



Escola Politècnica Superior
de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TRABAJO DE FIN DE CARRERA

TÍTULO: Diseño de un sistema de instrumentación virtual para la medida ambiental de emisiones electromagnéticas

TÍTULACIÓN: Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones, especialidad Sistemas de Telecomunicaciones.

AUTORA: Isabel M^a Giménez Casquero

DIRECTOR: Marcos Quílez Figuerola y Óscar Casas Piedrafita

FECHA: 24 de febrero de 2006

Título: Diseño de un sistema de instrumentación virtual para la medida ambiental de emisiones electromagnéticas

Autora: Isabel M^a Giménez Casquero

Director: Marcos Quílez Figuerola y Óscar Casas Piedrafita

Fecha: 24 de Febrero de 2006

Resumen

El proyecto realizado tiene como objetivo el diseño de una aplicación informática, cuya función es el control de instrumentación y adquisición de datos, específicos para la medida ambiental de emisiones electromagnéticas.

Para la realizar este tipo de medidas es necesario el uso de analizadores de espectros. En nuestro caso, disponemos de los equipos hp 3582A y tk 2712, controlables mediante el bus GPIB.

En una primera fase se definen las funciones que deberá realizar nuestra aplicación, con el fin de que sea útil para la medida del ruido ambiente.

En una segunda fase se desarrolla el instrumento virtual utilizando el entorno de programación *LabVIEW*.

Por último, se aplica el sistema a unas medidas reales. Esto permite verificar su correcto funcionamiento y extraer una serie de conclusiones sobre el trabajo realizado.

Title: Design of a virtual instrumentation system for the environmental measurements of electromagnetic emissions.

Author: Isabel M^a Giménez Casquero

Director: Marcos Quílez Figuerola – Óscar Casas Piedrafita

Date: February, 24th 2006

Overview

The objective of this project is the design of a software whose function is the instrumentation control and acquisition of specific data for the environmental measurements of electromagnetic emissions.

To carry out these kind of measurements, is necessary the use of spectrum analyzer. In this case, we use hp 3582A and tk 2712 equipment controlled by GPIB bus.

Firstly we define the functions our software should carry out in order to make it useful to measure environmental noise.

Secondly we develop the virtual instrument using the LabVIEW.

Lastly we apply the system to real measurements. This allows us to verify the correct operation of it and draw conclusions about the work made.

Agradecimientos

A mi amiga y compañera Olalla, por esos “ratitos” en el laboratorio, sin ti esto no hubiera sido igual. A mi familia y a Carlos, por su ayuda, apoyo y comprensión. A mi director Marcos por su ayuda y comprensión a la hora de realizar esta memoria.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA	3
1.1. Requisitos funcionales.....	3
1.2. Entorno de programación	3
1.3. Protocolo de comunicación	4
1.3.1. Bus de instrumentación GPIB: (General Purpose Interface Bus)	4
1.3.2. Red Ethernet y protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol)	6
1.4. Equipos de medida	6
1.4.1. "Tektronix 2712"	6
1.4.2. "hp 3582A"	7
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DESARROLLADO	8
2.1. Prestaciones del sistema	8
2.2. Descripción de la aplicación.....	9
2.3. Funciones del software	13
2.3.1. Pantalla Principal	13
2.3.2. Selección de medida a realizar	14
2.3.3. Configuración tk 2712.....	16
2.3.4. Drivers hp 3582A	18
2.3.5. Configuración hp 3582A	19
2.3.6. Adquisición de datos	24
2.3.7. Menú Archivo (<i>File</i>).....	27
2.3.7.1. Cargar gráfico (<i>Load Graphic</i>)	28
2.3.7.2. Salvar pantalla actual (<i>Save current display</i>).....	29
2.3.7.3. Salir (<i>Exit</i>)	29
2.3.8. Menú Opciones (<i>Options</i>).....	29
2.3.8.1. Factor de corrección (<i>Correction Factor</i>)	29
2.3.9. Tipo de medida	30
2.3.9.1. Medida Simple	30
2.3.9.2. Medida Continua.....	30

2.3.9.3. Medida Programada	30
2.3.10. Control Remoto	31
CAPÍTULO 3. APLICACIÓN A MEDIDAS AMBIENTALES	35
3.1. Metodología.....	35
3.2. Resultados obtenidos	35
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES	38
REFERENCIAS.....	40
ANEXO A: Instalar software	42
ANEXO B: Tipo de medida.....	43
ANEXO C: Valor máximo y mínimo del equipo tk 2712.....	45
ANEXO D: Valor máximo y mínimo del equipo hp 3582A	46
ANEXO E: Lista de comandos HP-IP del equipo hp 3582A	47

INTRODUCCIÓN

La directiva europea de compatibilidad electromagnética (89/336/CEE) establece los requisitos funcionales que han de cumplir los equipos eléctricos y electrónicos. Para verificar el cumplimiento de la directiva, los equipos son sometidos a distintos ensayos normalizados de inmunidad y de emisiones.

En lo que a emisiones se refiere, hay ensayos que consisten en medir las perturbaciones de radiofrecuencia que el equipo sometido a prueba genera, ya sea de forma radiada o de forma conducida a través de sus cables de alimentación. En estos casos, como instrumento de medida se emplea habitualmente un analizador de espectros. Las condiciones en las que se realizan estas pruebas vienen establecidas por la norma aplicable en cada caso. Así, aspectos como el margen de frecuencias a medir, la velocidad de barrido o la configuración del equipo en estudio están claramente definidos.

Por otra parte, realizar estos ensayos de forma manual es poco práctico y suele emplearse un sistema de medida automático o de instrumentación virtual controlado y gestionado por un PC. Los fabricantes de analizadores de espectros suelen comercializar herramientas *software* [1] [2], para facilitar la automatización y la adquisición de datos en ensayos normalizados. Para facilitar su ejecución, estos programas suelen estar muy orientados a un instrumento en particular y a la realización de ensayos normalizados concretos.

Sin embargo, esta orientación tan concreta se convierte en un inconveniente cuando las medidas que necesitamos realizar son muy distintas a las contempladas en las normas o cuando disponemos de distintos modelos de analizadores de espectros. En esos casos, la mayoría de programas disponibles comercialmente resultan poco ágiles y poco flexibles. La solución pasa por desarrollar un software de adquisición a la medida de nuestras necesidades.

Esta situación se produce, por ejemplo, cuando estamos interesados en caracterizar el ruido electromagnético en un determinado entorno, lo que en argot se suele llamar *ruido ambiente*. No nos referimos a medir el ruido ambiente en un instante determinado, sino a obtener información de cómo es ese ruido en periodos de tiempo largos, ya sea a partir del registro de sus valores máximos o a partir de valoraciones estadísticas. Disponer de este conocimiento es útil, por ejemplo, para decidir el emplazamiento de equipos especialmente sensibles, para realizar diagnósticos de equipos afectados por interferencias de forma intermitente, para estudiar el nivel de radiación a la que se ve sometida una determinada población o para realizar registros de calidad medioambiental, si se considera la contaminación electromagnética como una forma más de agresión al medio ambiente.

Para todos estos casos, los programas de adquisición que ofrecen los fabricantes de analizadores de espectros resultan poco eficaces. Como ya hemos apuntado, la solución requiere el desarrollo de un sistema de

instrumentación virtual a medida, suficientemente flexible para satisfacer nuestras necesidades. Esta es precisamente la finalidad de este trabajo.

Objetivos

El presente proyecto tiene como **objetivo general** la realización de un sistema de instrumentación virtual que permita controlar distintos analizadores de espectros para estudiar el ruido ambiente de un determinado entorno electromagnético.

Para alcanzar dicho objetivo hemos planteado unas etapas u objetivos parciales más concretos:

- Decidir las prestaciones o las especificaciones funcionales que deberá tener la aplicación. Para ello será necesario consultar con los usuarios habituales de los instrumentos qué tipo de datos esperan obtener de las medidas y qué controles de los analizadores de espectros necesitan manipular más frecuentemente.
- Desarrollar la aplicación con los recursos disponibles. Esta fase requerirá un estudio previo de las posibilidades de control remoto que ofrecen los instrumentos de que se dispone.
- Utilización del instrumento virtual desarrollado en medidas reales de ruido ambiente. De este modo podremos verificar el funcionamiento del sistema, valorar la utilidad de sus prestaciones y detectar aspectos que podrían mejorarse en versiones posteriores.

CAPÍTULO 1. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA

Tenemos que desarrollar un software, mediante la plataforma gráfica “LabView”, que gestiona el uso de dos analizadores de espectros (tk 2712 y hp 3582A). Deberá permitir configurar los equipos desde el PC y proporcionar unas prestaciones que describiremos en este capítulo.

1.1. Requisitos funcionales

En este apartado detallamos la funcionalidad que ha de proporcionar el sistema a desarrollar. A partir de las conversaciones con usuarios habituales de los analizadores de espectros, hemos tratado de averiguar sus necesidades, y se ha decidido que nuestro sistema deberá:

- Facilitar el uso de los controles de configuración que se usan más frecuentemente.
- Permitir diferentes tipos de medida, que pueda programar el usuario.
- Adquirir las medidas y almacenarlas en un PC.
- Mostrar los datos por pantalla ya sean recién adquiridos o anteriores.
- Contemplar la posibilidad de aplicar factores de corrección a las medidas realizadas.
- Permitir quedarnos con el máximo de diferentes medidas (Max Hold), para estudiar situaciones de “peor caso”.

1.2. Entorno de programación

Para la realización de este proyecto, hemos escogido como entorno de programación LabView (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), que proporciona una gran facilidad para desarrollar instrumentos virtuales.

LabView es una herramienta de programación gráfica, que permite la construcción de sistemas de adquisición de datos, instrumentación, control y test. A través de este lenguaje podemos crear rápidamente un interfaz de usuario para interactuar con el sistema.

El entorno de programación *LabVIEW* se estructura de la forma siguiente:

- La interactividad con el usuario se realiza a través de un VI (Virtual Instrument), que simula el panel del instrumento físico. Este VI se diseña en el *Panel Frontal*. Este panel frontal puede contener botones, interruptores, pulsadores, gráficas y otros controles e indicadores. Los datos se introducen utilizando el ratón y el teclado, y los resultados se muestran en la pantalla del ordenador.

- El VI recibe las instrucciones programadas del *Diagrama de Bloques* que construimos utilizando el lenguaje de programación G (Graphic). El diagrama de bloques es el código fuente de nuestro programa o VI.
- Los VIs son jerárquicos y modulares. Pueden utilizarse como programas o como subprogramas de otros programas. Cuando un VI se usa dentro de otro VI, se denominan subVI. El icono y los conectores de un VI funcionan como una lista de parámetros gráficos de forma que otros VIs puedan pasar datos a otro determinado subVI.

1.3. Protocolo de comunicación

Para interconectar los instrumentos del laboratorio con la aplicación creada (a través del ordenador), necesitamos unos buses de comunicación y un hardware que permita dicha comunicación. En nuestro caso utilizamos el bus GPIB para conectar los instrumentos al PC, y el TCP/IP para conectarlo a una red Ethernet, y poder hacer medidas a través de control remoto.

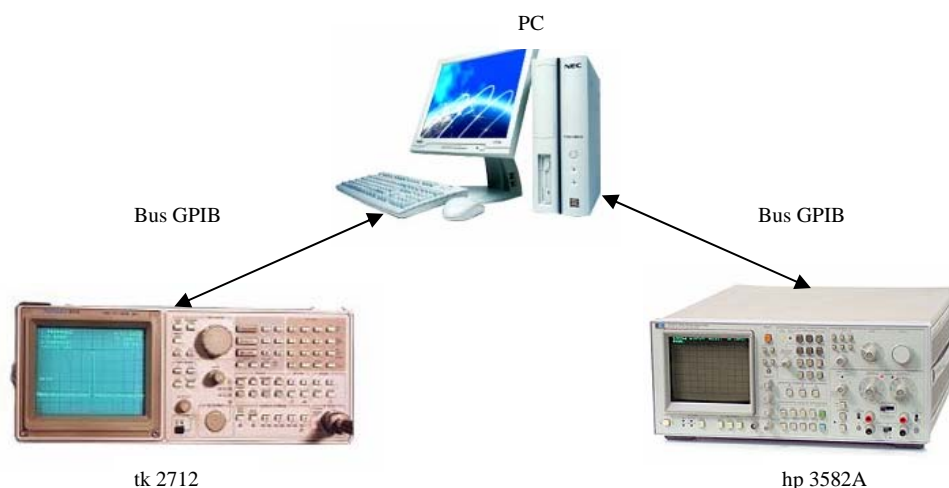


Fig. 1.1. Esquema de interconexión de dispositivos.

A continuación describimos brevemente el bus de comunicación.

1.3.1. Bus de instrumentación GPIB: (General Purpose Interface Bus)

GPIB es un estándar de conexión que nos permite la comunicación de un ordenador con instrumentos electrónicos de medida, en nuestro caso analizadores de espectros. Las siglas GPIB corresponden a General Purpose Interface Bus, fue creado en 1965 por la compañía Hewlett-Packard, que lo denominó originalmente HP-IB, y se popularizó con rapidez, debido a sus altas tasas de transferencia de datos (8 Mbyte/s). Para evitar la dispersión de características, los principales fabricantes acordaron la estandarización del

GPIB en 1975 (IEEE 488.1), centrándose en las características eléctricas y mecánicas del bus. Una segunda estandarización (IEEE 488.2 de 1987) delimitó de forma más concreta la programación del GPIB, definiendo comandos de aparatos, formato de mensajes y estado de los instrumentos.

La información circula por el bus en forma de mensajes, que solo pueden ser de dos tipos:

- de interfaz (comandos), para la gestión del bus: inicialización y direccionamiento de los aparatos.
- de datos, dirigidos a un dispositivo específico, como por ejemplo que haga una medida, que cambie su configuración, etc.

Características principales del bus GPIB:

- bus de transmisión: 8 bits en paralelo.
- tasa de transferencia: de 1 a 8Mbyte/seg.
- numero máximo de instrumentos conectados: 15 y dos tercios deben estar encendidos.
- longitud máxima de cableado: 20 m

Hay varios tipos de conectores y cables GPIB, nosotros nos hemos utilizado el GPIB-USB, como el que se muestra en la figura 1.2:



Fig. 1.2. Conector GPIB – USB

1.3.2. Red Ethernet y protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)

El conjunto de protocolos TCP/IP nos permite la comunicación entre diferentes equipos, a través de Internet. En nuestro caso el enlace se realiza a través de una red Ethernet, con una velocidad de transmisión de 10 Mbps (actualmente se puede conseguir una velocidad de 100 Mbps, 1 Gbps o 10 Gbps). En este tipo de enlace, aparecen los protocolos IP y TCP. El IP se encarga de la transmisión de datos, mientras que el TCP envía la información en forma de paquetes, para asegurar el correcto funcionamiento de la transmisión.

Las características principales de una red Ethernet son las siguientes:

- Transmisión de información: variable según el tamaño del paquete variable.
- Tasa de transferencia: 10 Mbps.

Este protocolo lo utilizamos a la hora de querer ejecutar nuestra aplicación de forma remota, a través de Internet.

1.4. Equipos de medida

Los dispositivos que tenemos que controlar son analizadores de espectros, equipos que permiten visualizar en pantalla las componentes espectrales (representación de la señal en el dominio frecuencial) de las señales procedentes de las entradas. Como norma general en el eje de ordenadas se suele representar el contenido espectral de la señal en escala logarítmica (dB), y en el eje de abscisas se representa la frecuencia.

En nuestro caso los instrumentos que componen el sistema de instrumentación virtual son: un PC y los analizadores de espectros *Tektronix 2712* y *hp 3582A*. Como ya hemos comentado antes, las conexiones entre estos equipos se realiza a través del puerto GPIB.

A continuación se muestran las principales características de los analizadores.

1.4.1. “Tektronix 2712”

Se trata de un analizador de espectros con un ancho de banda entre 9 kHz y 1,8 GHz. Para este equipo hemos utilizado los drivers (pequeño programa cuya función es controlar el funcionamiento de un dispositivo bajo un determinado sistema operativo) facilitados por la empresa *National Instruments*, para poder comunicar el pc con el analizador de espectros mediante el bus GPIB.

1.4.2. “hp 3582A”

Este es un analizador de baja frecuencia que funciona en el margen de 0,02 Hz a 25 kHz. A diferencia del anterior, se han tenido que diseñar los drivers. Los hemos diseñado a partir de la lista de comandos que admite este equipo (ver anexo E), estos nos permiten crear nuestros propios drivers tanto para enviar datos al analizador, como para leer del equipo. A través de estos drivers hemos diseñado botones para poder configurar todos los parámetros del analizador, como pueden ser: escoger frecuencia, span, sensibilidad, filtro,... Esto nos permite tener un control general del instrumento a partir de la interfaz GPIB.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DESARROLLADO

En este apartado describiremos el sistema desarrollado, destacando aquellas características que lo distinguen de otros programas de adquisición existente.

2.1. Prestaciones del sistema

Nuestra aplicación controla los analizadores descritos anteriormente, para la medida ambiental de emisiones electromagnéticas.

Las particularidades que podemos encontrar en nuestro software, se basan en la configuración y adquisición programada. En el caso de la configuración del equipo tektronix hemos diseñado la aplicación a través de los drivers facilitados por National Instruments. Mediante esta configuración agrupamos los botones más útiles, ya que este equipo manualmente resulta complicado configurar, porque debemos acceder a través de menús poco amigables. En el caso del equipo hp 3582A hemos creado los drivers para desarrollar el software, ya que National Instruments no los proporciona.

La configuración de los parámetros (de los dos analizadores) se realiza a través de los botones. En función de las opciones seleccionadas por el usuario, se van inhabilitando algunos controles de forma selectiva. Con ello se facilita la configuración del instrumento y se evitan ajustes no procedentes.

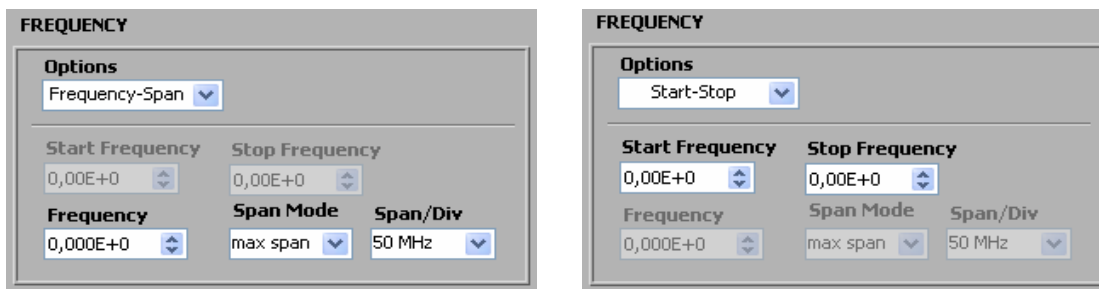


Fig. 2.1. Configuración de parámetros.

Una vez, hayamos configurado todos los parámetros del equipo, apretaremos el botón de configurar, y será entonces cuando el software enviará al equipo la selección realizada, y así reducimos el tiempo de configuración, ya que enviamos todos los parámetros a la vez, y no cuando seleccionamos cada botón. Esto reduce el número de errores a la hora de configurar el equipo.

A través del software desarrollado tenemos la opción de adquirir directamente la señal mostrada en el analizador, o configurar primero el equipo y luego adquirir la señal configurada.

Otra de las características de esta aplicación es la posibilidad de utilizar el Max Hold. Esta selección permite obtener el valor máximo de una medida programada o continua. Esta opción no se realiza mediante la función Max Hold que incorpora el equipo, sino que está programada en nuestro software. Esta característica supone importantes ventajas como permitir conservar el Max Hold de una medida, y compararla entre diferentes medidas. Al programar esta función mediante software, permite aplicar a los dos equipos de medida la función, con lo que ampliamos la funcionalidad del equipo hp 3582A que físicamente no incorpora dicha opción. Si por el contrario no queremos conservar este valor, sólo necesitamos seleccionar el botón “*Reset Max Hold*”, mediante el que conseguimos que cuando acabe una medida programada o continua no se guarde dicho valor.

La posibilidad de guardar todos los datos, incluso las medidas intermedias dentro de una medida continua (o programada), nos facilita el análisis, pudiendo recuperar datos archivados, y teniendo la posibilidad de analizarlo accediendo a la opción de “*load graphic*”, con el que podemos editar gráficos. En el equipo tk 2712, tenemos la posibilidad de seleccionar un (o más de uno) factor de corrección a través de una lista. Esta selección se aplica a la señal obtenida que se visualiza por pantalla, si por el contrario no queremos aplicar ningún factor de corrección, debemos seleccionar la opción “*ninguno*” de la lista.

La estructura desarrollada a la hora de crear el software es jerárquica y estructural, por lo que aplicarlo a otros equipos resulta fácil, ya que sólo hay que cambiar los drivers en la aplicación.

La posibilidad de acceder a la aplicación mediante control remoto, nos crea una independencia en el software desarrollado, ya que a través de Internet, podemos programar todo tipo de medidas, en cualquiera de los analizadores programados.

2.2. Descripción de la aplicación

El sistema que hemos implementado consta de los siguientes bloques:

- inicio aplicación
- selección de analizador
- selección medida a realizar
- configuración de parámetros
- adquisición de datos
- visualización de resultados

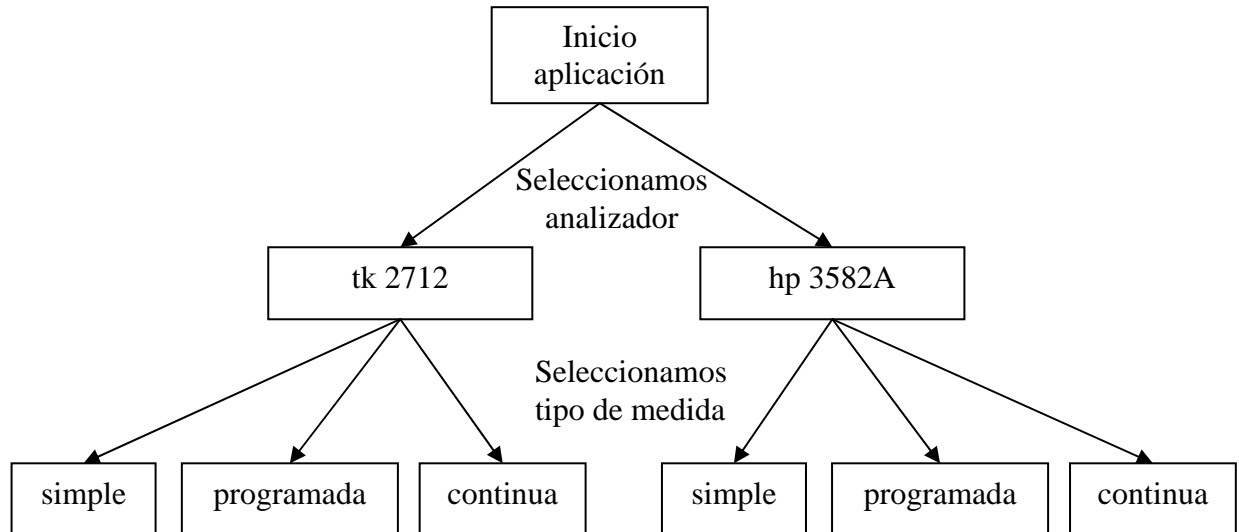


Fig. 2.2: Esquema de aplicación.

A través de este esquema, podemos hacernos una idea de la estructura que sigue nuestra programación, ya que como la figura anterior nuestro sistema de instrumentación virtual es jerárquico (figura 2.3.):

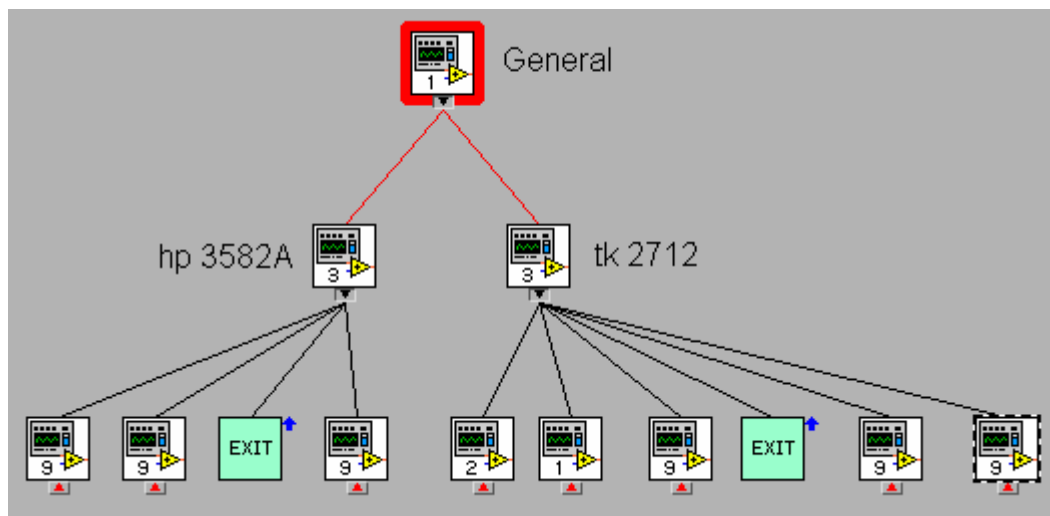


Fig. 2.3.: Esquema de programación en *LabVIEW*.

Como podemos ver en el esquema anterior, tenemos un programa principal (*General.vi*), a través del que accedemos al resto de funciones (subVI). La primera posibilidad que tenemos, es la de escoger que analizar deseamos controlar (*Principal_tektronix.vi* o *Principal_hp.vi*). Podemos ver en la figura 2.4. siguiente, el código que permite esta opción:

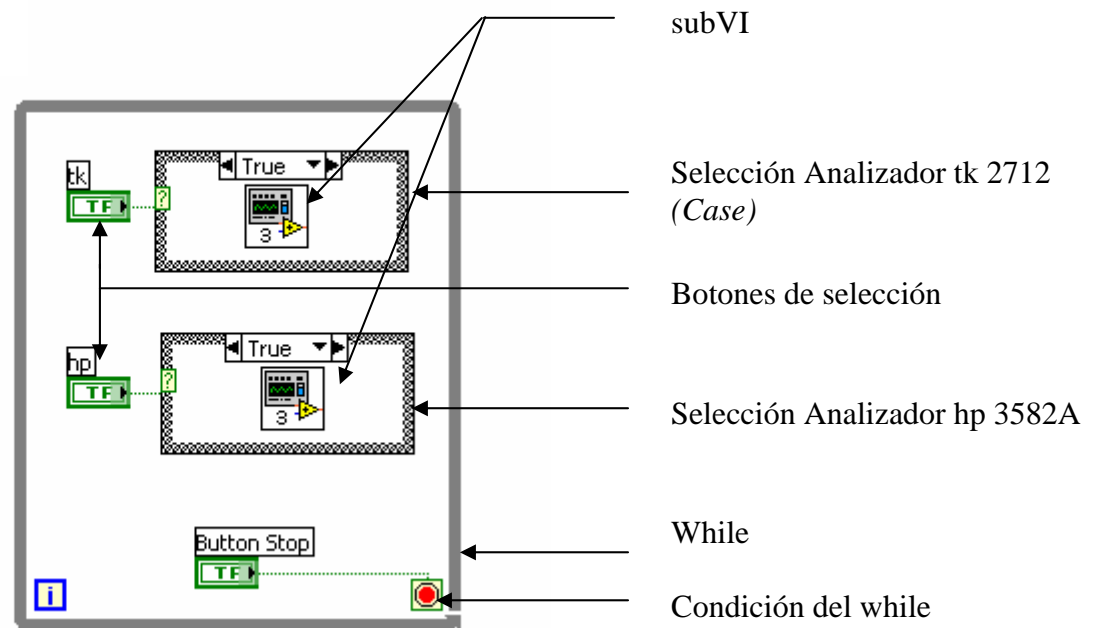


Fig. 2.4. Programación seleccionar analizador

Dentro del subVI de cada analizador, podemos encontrar las mismas funciones, exceptuando el factor de corrección, unidades y tipo de detector, que son exclusivas del analizador tk 2712. Por este motivo, sólo explicaremos el funcionamiento de subVI del analizador tk 2712, que se estructura de la siguiente manera:

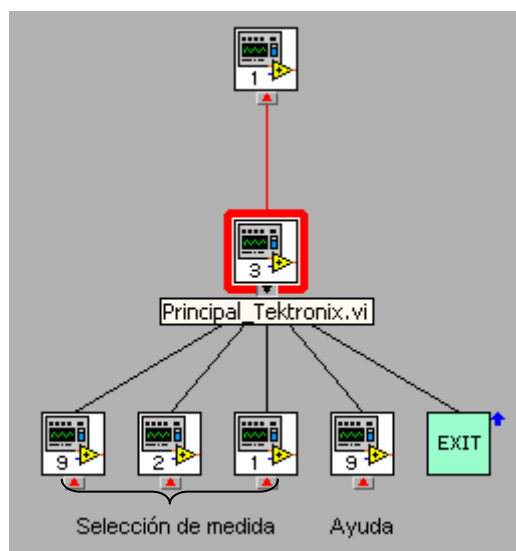


Fig. 2.5. Estructura analizador tk 2712

Las funciones que se incluyen en el analizador son las siguientes:

- Selección de medida.
- Ayuda
- Salir.

La función **selección de medida** nos da la posibilidad de realizar diferentes tipos de medida: simple (*simple.vi*), continua (*continuous_hp.vi* o *continuous_tk.vi*) o programada (*programmable_hp.vi* o *programmable_tk.vi*). Estos subVI, se estructuran de la manera siguiente:

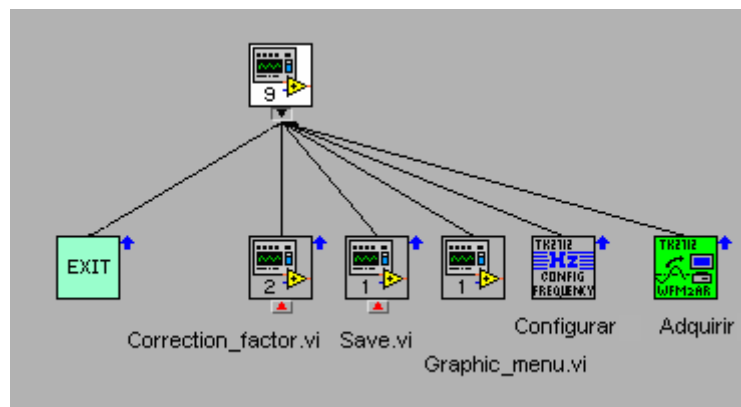


Fig. 2.6. Estructura analizador tk 2712

- A través de la opción de configurar, podemos escoger todos los parámetros (como frecuencia, span, etc.) para realizar la medida.
- Donde la opción de factor de corrección (*correction_factor.vi*), nos da opción de escoger que factor o factores queremos aplicar a la señal.
- Tenemos la opción de adquirir, que nos muestra por pantalla la señal adquirida, y con el factor de corrección aplicado (en el caso que lo hayamos seleccionado). Si estamos en el tipo de medida continua o programada, esta elección nos permite guardar las medidas intermedias o finales.
- Tenemos la posibilidad de editar la medida adquirida (actuales o guardadas anteriormente), a través de nuestro editor de gráficos (*Graphic_menu.vi*). Una parte de la programación desarrollada, la podemos ver en la figura 2.7., esta programación corresponde a la aplicación abrir fichero de una medida adquirida con anterioridad.

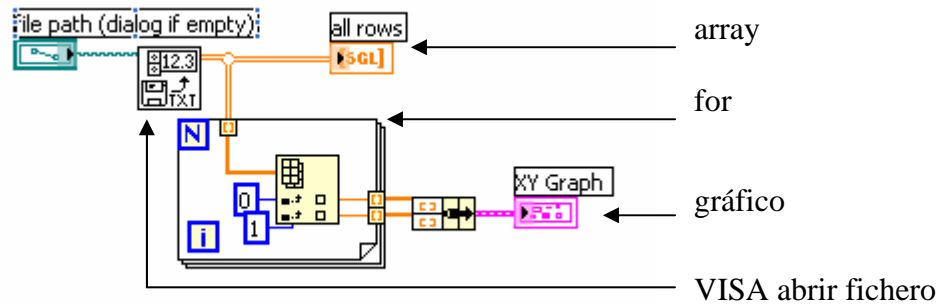


Fig. 2.7. Programación abrir archivo

- El subVI de salvar (*save.vi*) nos permite guardar la última medida mostrada en pantalla.
- Mediante el subVI salir (*Exit.vi*) podemos salir de la pantalla actual y volver a la anterior, donde podremos elegir de nuevo el tipo de medida.

El subVI **ayuda** (*help.vi*) nos ofrece una pequeña ayuda de los pasos a seguir para el correcto funcionamiento del programa. También podemos ver los valores máximos y mínimos que podremos seleccionar en los controles de configuración.

La función **salir** (*Exit.vi*) nos da la posibilidad de salir del menú tektronix (o hp dependiendo de la selección en la que estemos) y volver a acceder al menú general.

2.3. Funciones del software

A continuación describimos las funciones principales del software desarrollado de cada pantalla creada.

2.3.1. Pantalla principal

La pantalla principal del software desarrollado es la mostrada en la figura 2.8. En esta pantalla existen tres botones, dos para acceder a cada uno de los analizadores de espectros, y otro para salir de la aplicación. Si pulsamos cualquier botón nos permite acceder al analizador. A través de esta selección nos aparecerá otra pantalla, en la que tendremos que escoger la medida que deseamos realizar, que como veremos a continuación puede ser simple, continua o programada.

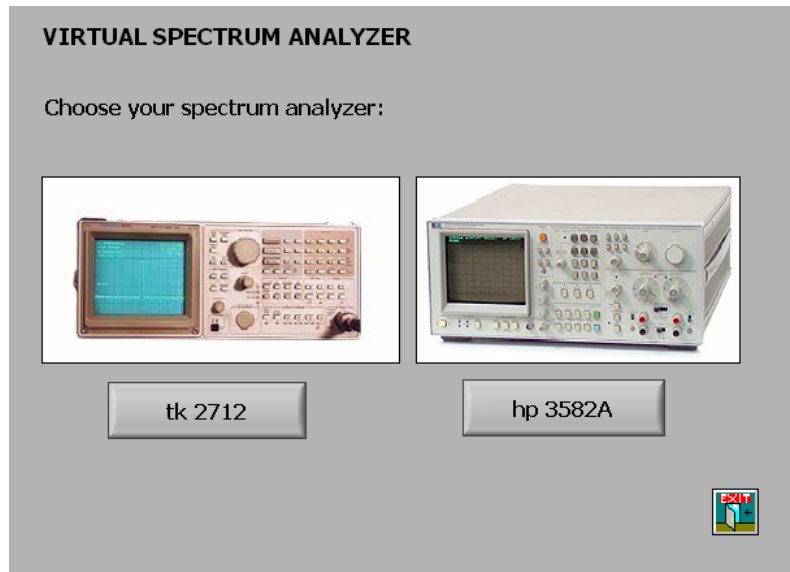


Fig. 2.8. Pantalla principal

A partir de esta pantalla cuando pulsemos el botón salir (*exit*) de cada pantalla, se retorna a la pantalla anterior, para seleccionar otra pantalla sin salir de nuestra aplicación.

2.3.2. Selección de medida a realizar

Dependiendo de la selección del analizador de espectros que hayamos escogido en la pantalla principal, tendremos dos pantallas, la del analizador “Tektronix 2712” (figura 2.9.) o la de “hp 3582A” (figura 2.10.). Aunque accedamos a estas pantallas a través de una selección diferente, ambas tienen las mismas funciones.

Tanto en el caso de *tektronix 2712*, como en el de *hp 3582A* podemos distinguir tres tipos de medida:

- medida continua: esta opción irá realizando medidas hasta que el usuario decida parar y pulse el botón de stop.
- medida programada: le podemos decir el número de medidas y el tiempo entre medidas.
- medida simple: este caso solo realiza una adquisición de señal.

Como se puede ver en la figura 2.6. y en la 2.7. se accede a cada medida, pulsando el botón correspondiente. El botón Salir (*Exit*) cierra la ventana actual y accedemos a la principal para poder escoger otro analizador.

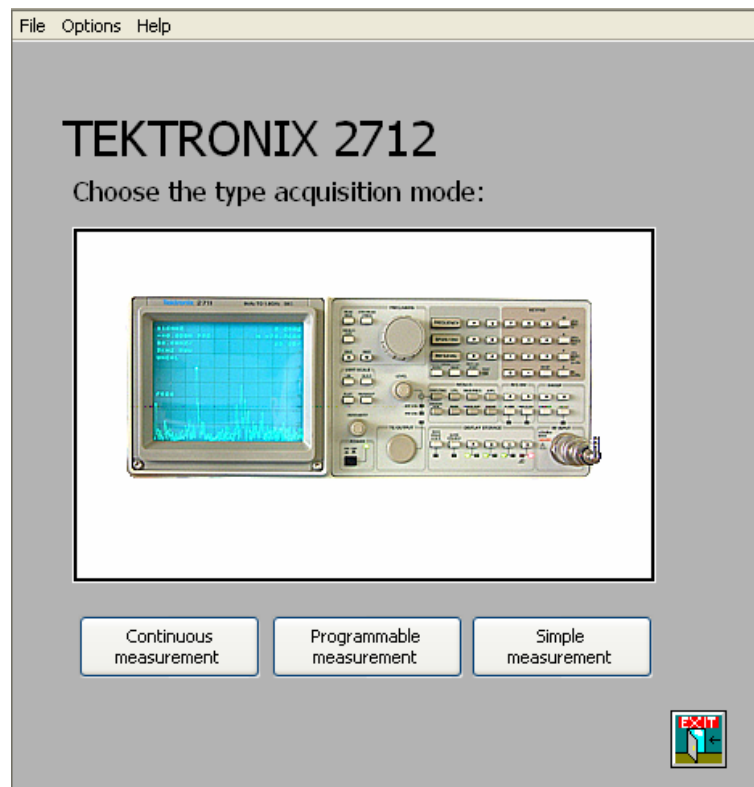


Fig. 2.9. Analizador Tektronix 2712.

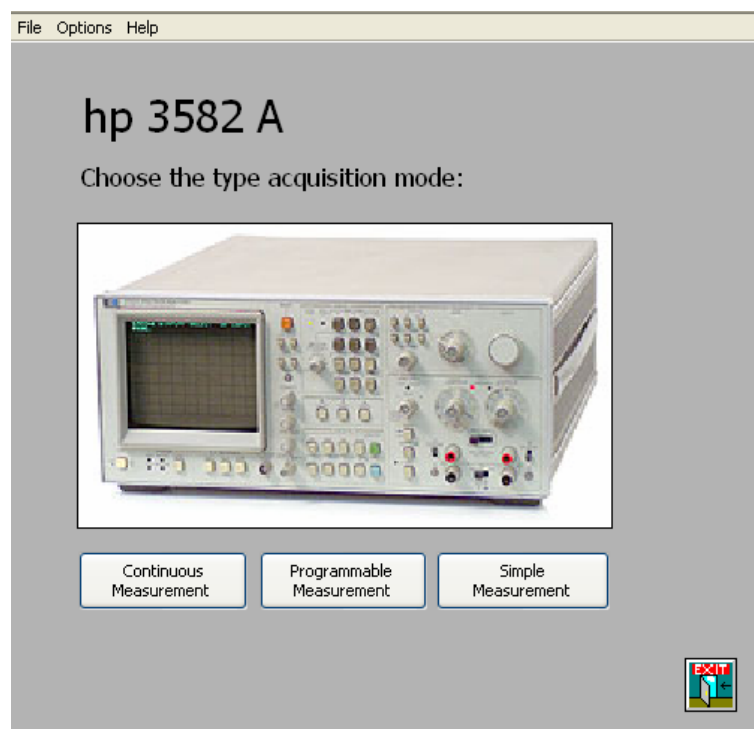


Fig. 2.10. Analizador hp 3582A.

En esta selección además de poder acceder a los tres tipos de medida, tenemos varias opciones a través de menús:

- Archivo (*File*): nos permite salir del analizador seleccionado y volver a la pantalla principal.

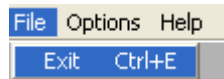


Fig. 2.11. Menú Archivo.

- Opciones (*Options*): a través de este menú también podemos seleccionar el tipo de medida que queremos realizar.

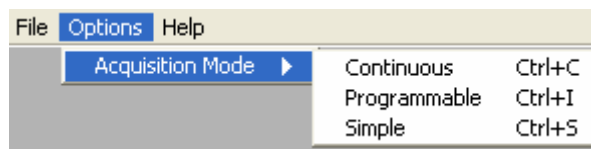


Fig. 2.12. Menú Opciones.

- Ayuda (*Help*): nos da explicación del modo de funcionamiento de la pantalla en la que nos encontramos.

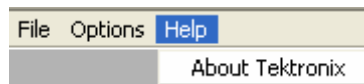


Fig. 2.13. Menú Ayuda.

2.3.3. Configuración tk 2712

En este apartado explicamos paso por paso las configuraciones que se pueden realizar en el analizador *tk 2712*. Esta configuración se puede realizar en todos los tipos de medidas, tanto en la simple, como en la continua como en la programada, ya que es común a todas (Para ver la configuración de todos los controles ver anexo B). Mediante este apartado se pueden configurar controles, para obtener las medidas como la frecuencia, ancho de banda de resolución o tiempo de barrido.

Como vemos en la figura 2.14. tenemos dos maneras de configurar la frecuencia: seleccionando la frecuencia inicial o final, o seleccionando la frecuencia central y span. Esta selección se realiza a través del botón Opciones (*Options*), a partir del cual se activan los botones correspondientes a nuestra selección.

Otro parámetro para configurar es el nivel de referencia (*reference level*), del que podemos especificar el valor numérico y las unidades (dB, dBμV, etc.)

Fig. 2.14. Configurar frecuencia y nivel de referencia.

El siguiente caso a analizar es el ancho de banda de resolución (*Resolution Bandwidth*) y filtro de video (*Video Filter*) en el que tenemos la posibilidad de seleccionar el modo: automático o manual, y en caso de seleccionar el modo manual tenemos la posibilidad de introducir el valor numérico.

Fig. 2.15. Configurar ancho de banda de resolución y filtro de video.

Como se observa en la figura 2.16, también hay un botón para seleccionar la escala vertical (logarítmica o lineal). Si nuestra opción ha sido la escala lineal, podremos introducir el valor numérico, a través del botón de factor escala lineal. Si nuestra opción ha sido la logarítmica, podremos escoger entre la escala de 10 dB, 5 dB o 1 dB.

Fig. 2.16. Configurar escala vertical.

Otra configuración de nuestro sistema de instrumentación es el *detector* (Fig. 2.17). Esta opción es característica de este analizador, ya que permite activar/desactivar el modo EMC (*EMC mode*) y según su selección se activa o desactiva el control *Quasi-peak* (solo puede activarse si el modo EMC está activo).

Como vemos también, podemos controlar el tiempo de barrido (*Sweep Time*), igual en los anteriores botones su selección puede ser automático o manual. Si es ésta última podemos introducir el valor seleccionando una de las opciones que nos aparecen desde el menú (20 ms/div, 1 μ s/div,...)

Una vez tenemos la configuración preparada de todos los botones, el paso siguiente será apretar el botón configurar (*Configure*) (fig. 2.14.), el cual nos enviará a través del puerto GPIB, la configuración que hemos seleccionado. El botón salir (*Exit*), nos permite volver a la pantalla anterior, donde podremos volver a seleccionar una nueva medida.

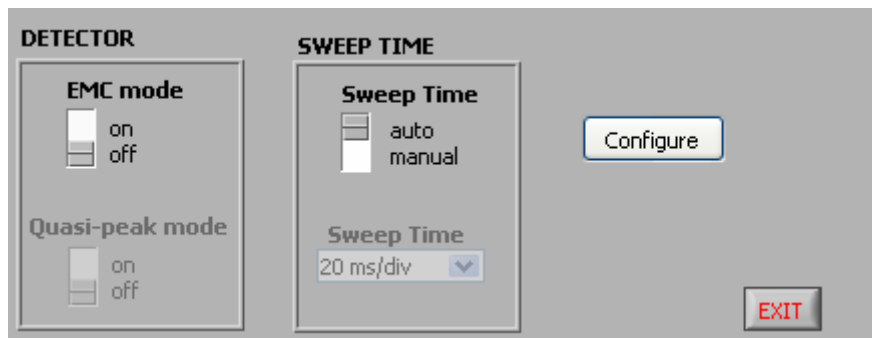


Fig. 2.17. Configurar detector y tiempo de barrido.

2.3.4. Drivers *hp 3582A*

En el equipo hp 3582A hemos desarrollado los drivers, para implementarlos en nuestro sistema. La programación de estos drivers se ha realizado mediante la lista de comandos HP-IB (Anexo lista de comando HP-IB) proporcionada por el fabricante del instrumento. Estos drivers los hemos agrupado de la misma manera que aparecen en el instrumento. Las configuraciones que realiza son las siguientes:

- Entrada y disparo (*input & trigger*): los parámetros referentes a la frecuencia son el modo de entrada (canal A, B o ambos), acoplamiento (AC o DC) y sensibilidad de los canales. Los que configuran el *trigger* son la pendiente (positiva o negativa), y el tipo de disparo (armado, repetitivo o libre).
- Frecuencia y marcadores (*frequency & marker*): en este driver como en el anterior se subdividen en dos apartados la frecuencia y los marcadores. Nos permite asignar al equipo un modo de frecuencia (0-25 kHz, empiece en 0, escoger frecuencia central o escoger frecuencia inicial). También no permite seleccionar el

span, así como ajustar la frecuencia. Respecto a los marcadores, tenemos varias opciones. Estas nos permiten escoger una frecuencia de referencia, mover el cursor de un gráfico a otro y obtener la densidad espectral.

- Pantalla (*display*): este driver nos permite la configuración de los parámetros requeridos para controlar la pantalla del analizador. Estos parámetros son: amplitud del canal, fase del canal, escala vertical (lineal, 10 dB/Div, 2dB/Div) y amplitud de referencia.
- Filtros (*passband shape*): podemos configurar tres tipos de ventanas: *hanning*, *uniform* y *flattop*.
- Promedio (*average*): este comando, nos permite configurar el equipo según el promediado escogido: apagado, RMS, tiempo o pico. También nos permite la selección del número de espectros de frecuencia que podemos (4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 o Exp).

2.3.5. Configuración *hp 3582A*

Como hemos hecho en el apartado anterior, aquí se describen las configuraciones que se pueden realizar en el analizador *hp 3582A*. Esta descripción también es común para todas las medidas (simple, continua y programada) (ver anexo configuración hp).

Este analizador es de baja frecuencia, para configurarla tenemos cuatro posibilidades, que seleccionaremos a partir del botón modo de frecuencia (*Mode Frequency*) (Fig. 2.18).

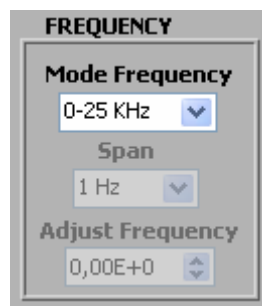


Fig. 2.18. Configurar frecuencia.

Las opciones son las siguientes:

- *0 – 25 kHz*: selecciona todo el ancho de banda del analizador.
- *Empieza en cero (0 Start)*: esta selección activa el botón (*Span*) a través del cual escogemos el ancho total de la ventana.
- *Escoger frecuencia central (Set Center)*: esta selección activa el ancho de la ventana (*span*) y el valor de frecuencia que

centraremos en pantalla (*adjust frequency*), como se muestra en la figura 2.19.

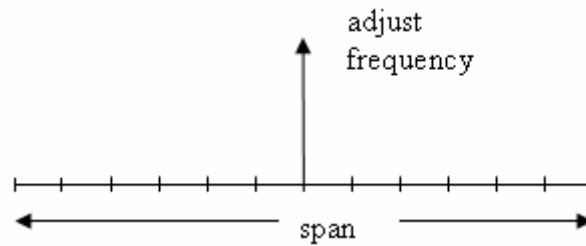


Fig. 2.19. Modo frecuencia central.

- *Escoger frecuencia inicial (Set Start)*: esta opción se diferencia del anterior en la posición del ajuste de frecuencia (*adjust frequency*), en este caso el valor es la frecuencia inicial, no como en el anterior que era la central.

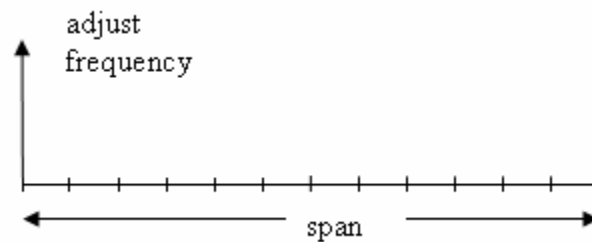


Fig. 2.20. Modo frecuencia inicial.

Para poder configurar el sistema necesitamos decir cuál es la señal de entrada. Esta opción está implementada como vemos en la figura 2.21, en la que seleccionamos por qué canal entrarán las muestras (canal A, canal B o ambos (Both)) a través del botón modo de entrada (*Input Mode*). Es en este menú donde seleccionamos la sensibilidad del canal y el acoplamiento. En el caso de la sensibilidad especificamos el valor mediante un botón dependiendo del canal que queremos configurar. La selección de la sensibilidad se realiza a través de la lista que aparece pulsando el botón, la cual tiene el valor en dB y voltios. Cuando la sensibilidad esta en CAL, se mide una señal interna de calibración. Para el caso del acoplamiento deberemos especificar si queremos medir AC o DC de la entrada seleccionada con anterioridad.

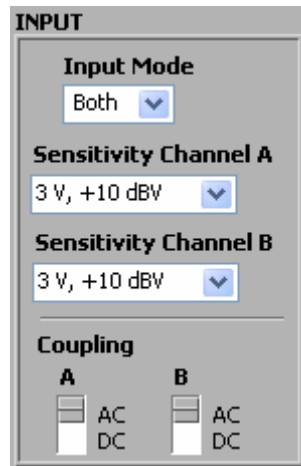


Fig. 2.21. Configurar entrada.

Mediante el menú de pantalla (*Display*) que vemos en la figura 3.22., podemos seleccionar varias opciones que se visualizarán por pantalla, como la amplitud, la fase, el tiempo o la escala vertical. A continuación explicamos las características de cada una de las opciones:

- Amplitud (*amplitude*): especifica el canal que vamos a visualizar por pantalla, pueden ser el canal A, canal B o función de transferencia (transfer function).
- Fase (*phase*): especifica la fase del canal en un formato fijo 50°/DIV.
- Tiempo (*time*): muestra en el eje de abscisas el tiempo, según el ancho de la ventana seleccionado.
- Escala vertical (Scale Vertical): especifica el formato en el que se verá la amplitud de la señal. En el caso de ser lineal especifica el voltaje/división, menos en las funciones de transferencia que especifica el cociente en notación científica. La escala la podemos seleccionar mediante el control, cada paso disminuye -10 dB.

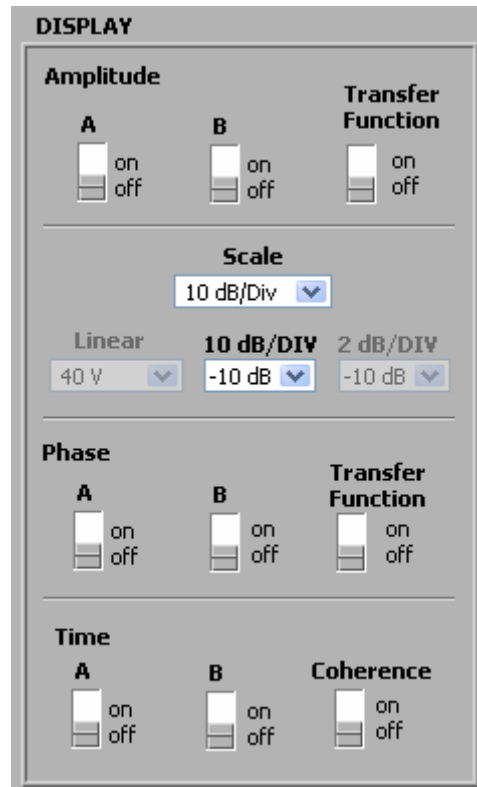


Fig. 2.22. Configurar pantalla.

Otra de las opciones de este analizador es la selección del disparo (trigger), que especifica las condiciones bajo las cuales empezará a mostrar las señales de la entrada.

Hay tres maneras de accionar el disparo:

- Pendiente (*slope*): define si la pendiente del disparo es positiva o negativa
- Libre (*free run*): ejecuta el disparo de forma automática.
- Repetido (*repetitive*): realizar un disparo de forma repetitiva.
- Armado (*arm*): permite esperar un tiempo para recibir la señal del disparo.

También podemos configurar el promedio de la señal a través de los botones:

- Promedio (*average*): especifica si la señal esta mostrada individualmente o combinadas de alguna manera. Los casos que podemos seleccionar son OFF (activa o desactiva la opción average), RMS, pico (peak) o tiempo (time).
- Numérico (*number*) define el número de espectros de frecuencia sucesivos en el tiempo que se combinan.
- Restablecer (*restart*): inicia otra secuencia con el average y number seleccionado.

Tenemos la posibilidad de configurar el tipo de filtro que queremos aplicarle a la señal de entrada. Mediante el botón que vemos en la figura 2.23, podemos seleccionar:

- *Flattop*: optimiza la medida de la amplitud de las líneas espectrales discretas. Este filtro se debe utilizar para la mayoría de medidas generales.
- *Hanning*: este filtro nos ofrece más resolución que Flattop, pero una menor exactitud en la amplitud. Este filtro es también útil para las medidas de ruido con excepción de los que usan la fuente de ruido periódica.
- *Uniform*: este filtro es ideal para filtrar señales transitorias.

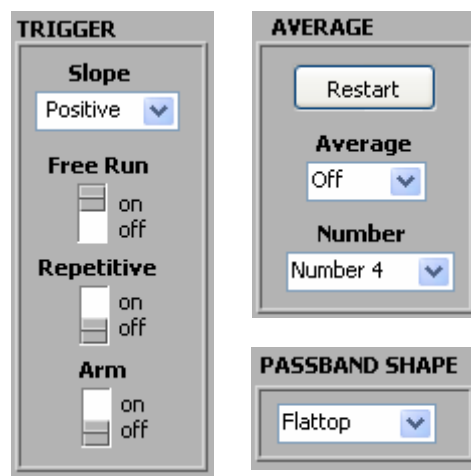


Fig. 2.23. Configurar disparo, promediado y tipo de filtro.

El último apartado por configurar es el de los marcadores (*Markers*) (ver fig 2.24). Activando el botón podemos acceder a las siguientes propiedades:

- $\div \sqrt{BW}$: muestra el valor de densidad espectral de la posición del marcador.
- Relativo (*relative*): permite seleccionar el punto de referencia de la pantalla.
- Escoger referencia (*set reference*): escogemos el valor de la amplitud respecto la referencia inicial (posición 0 de la pantalla).
- Escoger frecuencia (*set frequency*): escogemos el valor de la frecuencia respecto la referencia inicial (posición 0 de la pantalla).
- Trazado (*trace*): en el caso de tener dos gráficos en la pantalla, esta opción permite pasar el marcador de un gráfico a otro.
- Posición (*position*): permite mover el cursor en el gráfico.

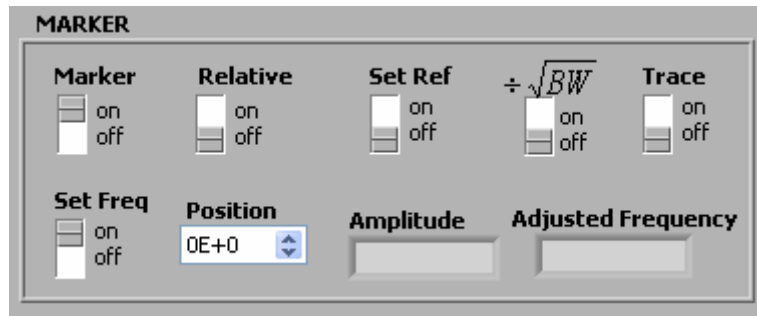


Fig. 2.24. Configurar Marcadores.

2.3.6. Adquisición de datos

El modo de adquisición de datos es común para los dos analizadores, salvo por las opciones de factores de corrección, unidades y tipo de detector, que son exclusivas del equipo Tektronix, como podemos ver en la figura 2.25.

Primero explicaremos las opciones comunes para los dos equipos y luego las exclusivas de tk 2712. Para adquirir en el software desarrollado, tenemos dos posibilidades, en la primera adquirimos directamente equipo (adquiere con la configuración que tenga el analizador), como segunda opción podemos configurar nuestra aplicación y posteriormente adquirir (las medidas corresponden a la configuración cargada).

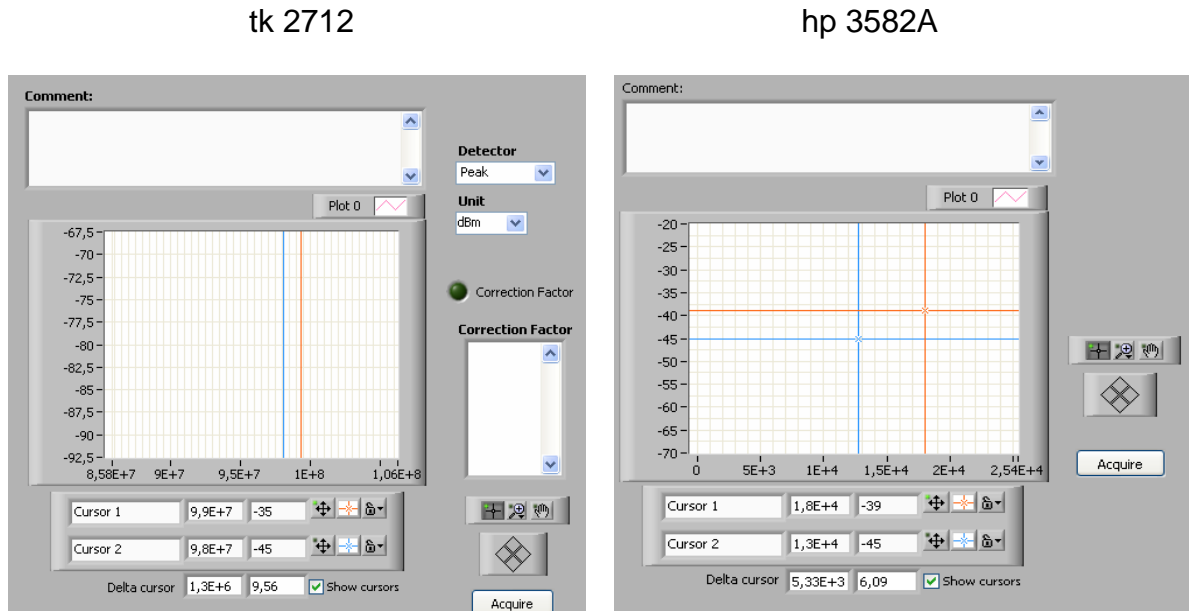


Fig. 2.25. Adquisición de datos

Cuando apretamos el botón de adquirir aparecerán unos mensajes, donde decidiremos si queremos guardar los datos o no. Los mensajes se realizan de la siguiente manera:

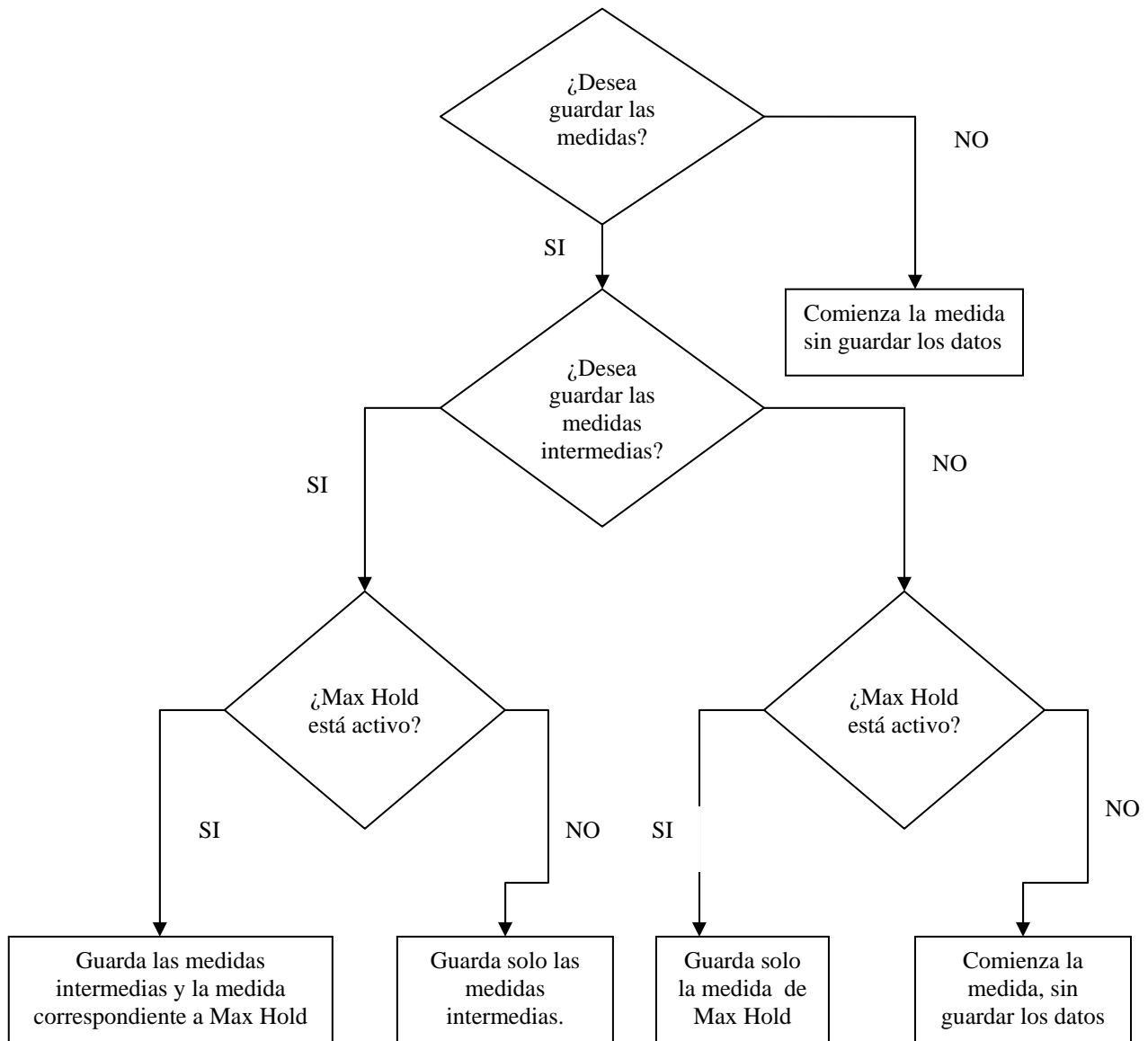


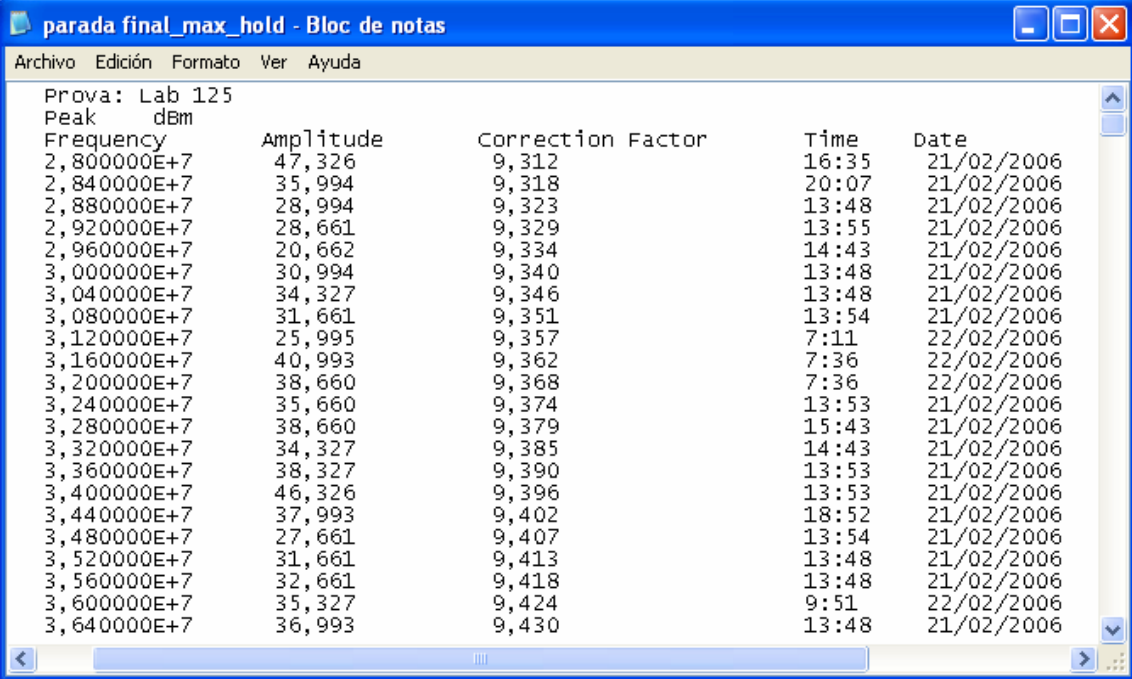
Fig. 2.26. Esquema guardar datos.

La aplicación de guardar un fichero, nos muestra la siguiente información:

- Comentario: muestra los comentarios que el usuario quiera guardar.
- Unidades (*Unit*) y Detector: el usuario habrá seleccionado la opción (sólo en el analizador de espectros tk 2712)
- Valores de frecuencia (Hz)

- Valores de amplitud (unidades según configuración de usuario. Si se ha guardado un fichero correspondiente al equipo tk 2712, si tenemos aplicado un factor de corrección, éste valor de amplitud también está añadido).
- Valores de factor de corrección (dB/m).
- Fecha y hora de la medida (si tenemos pulsado Max Hold, esta aplicación guarda los datos correspondientes a la medida cuyos valores sean máximos. Si por el caso contrario Max Hold no está activado, se guardan los datos correspondientes a la fecha y hora que se realizó la medida).

A continuación se muestra un ejemplo del fichero generado por la aplicación (fig. 2.27):



The screenshot shows a Notepad window with the title 'parada final_max_hold - Bloc de notas'. The menu bar includes 'Archivo', 'Edición', 'Formato', 'Ver', and 'Ayuda'. The text content is as follows:


Prova: Lab 125					
Peak	dBm				
Frequency	Amplitude	Correction Factor	Time	Date	
2,800000E+7	47,326	9,312	16:35	21/02/2006	
2,840000E+7	35,994	9,318	20:07	21/02/2006	
2,880000E+7	28,994	9,323	13:48	21/02/2006	
2,920000E+7	28,661	9,329	13:55	21/02/2006	
2,960000E+7	20,662	9,334	14:43	21/02/2006	
3,000000E+7	30,994	9,340	13:48	21/02/2006	
3,040000E+7	34,327	9,346	13:48	21/02/2006	
3,080000E+7	31,661	9,351	13:54	21/02/2006	
3,120000E+7	25,995	9,357	7:11	22/02/2006	
3,160000E+7	40,993	9,362	7:36	22/02/2006	
3,200000E+7	38,660	9,368	7:36	22/02/2006	
3,240000E+7	35,660	9,374	13:53	21/02/2006	
3,280000E+7	38,660	9,379	15:43	21/02/2006	
3,320000E+7	34,327	9,385	14:43	21/02/2006	
3,360000E+7	38,327	9,390	13:53	21/02/2006	
3,400000E+7	46,326	9,396	13:53	21/02/2006	
3,440000E+7	37,993	9,402	18:52	21/02/2006	
3,480000E+7	27,661	9,407	13:54	21/02/2006	
3,520000E+7	31,661	9,413	13:48	21/02/2006	
3,560000E+7	32,661	9,418	13:48	21/02/2006	
3,600000E+7	35,327	9,424	9:51	22/02/2006	
3,640000E+7	36,993	9,430	13:48	21/02/2006	

Fig. 2.27. Ejemplo archivo guardar datos.

Otra de las opciones que tiene este software, es la posibilidad de tratar la imagen representada en la gráfica. Se realiza a través de los botones que vemos en la figura 2.28.





Fig. 2.28. Selección cursores.

La opción  nos permite utilizar los cursores en la gráfica, poder movernos a través de ésta, muestra la diferencia entre los cursores o activar/desactivar los cursores de un gráfico. Para mover los cursores en el gráfico de nuestro

sistema debemos pulsar los botones de la figura 2.29, dependiendo de si queremos movernos a izquierda, derecha, arriba o abajo.



Fig. 2.29. Mover cursores.

Otra posibilidad nos la da la opción  , que permite ampliar una zona concreta o expandir (o comprimir) una parte de la gráfica. Por último  permite moverse a través de los ejes del gráfico.

A continuación explicaremos las opciones que son exclusivas para el equipo de Tektronix. Las funciones son tres: factor de corrección (*correction factor*), unidades (*unit*) y tipo de detector (*detector*). El factor de corrección se activa a través del menú opciones (options) que explicaremos en el capítulo 3.2.7. Cuando hemos seleccionado algún factor de corrección, se nos enciende un led y muestra en pantalla el caso seleccionado (fig 2.30), en caso contrario el led aparece apagado, y la lista de factores de corrección vacía.

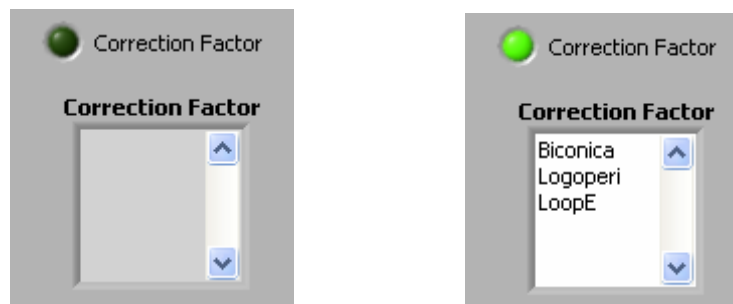


Fig. 2.30. Factor de corrección.

En el caso de unidades y tipo de detector, son dos botones que nos dan la posibilidad de poner una determinada unidad y tipo de detector a la medida que queremos guardar, ya que se guarda junto con la medida adquirida.

2.3.7. Menú Archivo (*File*)

Cuando accedemos a esta opción de menú, desde la pantalla en la que estamos realizando las medidas, tenemos tres opciones: cargar gráficos (*load graphic*), salvar la pantalla actual (*save current display*) o salir (*exit*). Estas opciones se diferencian de las anteriores porque estas son opcionales, decidirá el usuario si se realizan o no.

2.3.7.1. Cargar Gráficos (Load Graphic)

A través de esta función podremos visualizar gráficos. Hay varias opciones para cargar datos:

- abrir fichero (*open file*): visualiza un grafico a través de un fichero que selecciona el usuario.
- abrir última medida (*open last mesure*): muestra en pantalla la última medida que hemos adquirido.
- añadir (*add*): añade una grafica (a través de fichero que selecciona el usuario), a la última medida que hemos adquirido.
- borrar (*delete*): borra la gráfica que está en pantalla.

Si pulsamos el botón salir (*exit*), volvemos a la pantalla anterior.

Como vemos en la figura 2.31, las funciones explicadas con anterioridad están implementadas mediante botones.

Si estamos en el caso del analizador *tk 2712*, nos mostrará la nota, el tipo de detector y unidades que hayamos seleccionado en la pantalla anterior. Además si le hemos aplicado cualquier factor de corrección, en el gráfico aparece la señal que hayamos adquirido sumada con el factor de corrección seleccionado. Si por el contrario estamos en el caso del *hp 3582A*, esta función mostrara la señal adquirida, y la nota creada en la pantalla anterior. Todas las gráficas que se cargan en esta función se pueden tratar, mediante las propiedades de la pantalla que nos permite mover la gráfica, seleccionar una parte, etc.

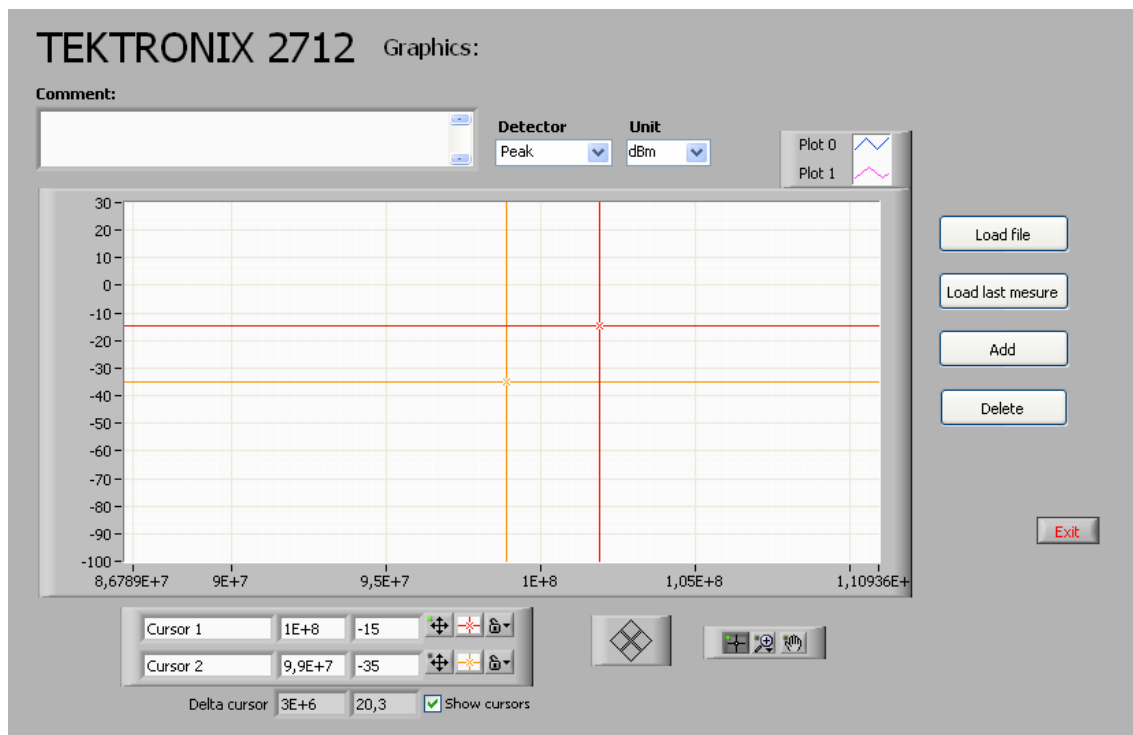


Fig. 2.31. Pantalla de cargar gráficos.

2.3.7.2. *Salvar pantalla actual (Save current display)*

Esta función nos permite guardar los datos que estamos visualizando en la gráfica, donde el usuario introduce el nombre para guardar y su ubicación (directorio).

2.3.7.3. *Salir (Exit)*

Mediante esta función salimos del programa.

2.3.8. Menú Opciones (*Options*)

2.3.8.1. *Factor de Corrección (Correction Factor)*

Esta opción es exclusiva para el equipo *tk 2712*. Nos permite seleccionar de una lista (figura 2.32), un factor de corrección para aplicárselo a la señal que hemos adquirido. La selección puede realizarse mediante un doble clic sobre el factor de corrección o seleccionando la corrección y pulsando el botón *Select*. Si seleccionamos más de uno, los factores de corrección se muestran en una lista y se aplican de forma conjunta a la señal. En la pantalla principal se muestra la señal ya corregida y se indica qué factores se han aplicado. Si por error hemos seleccionado un factor de corrección, hemos de seleccionar la opción ninguno, y volver a introducir los factores deseados.

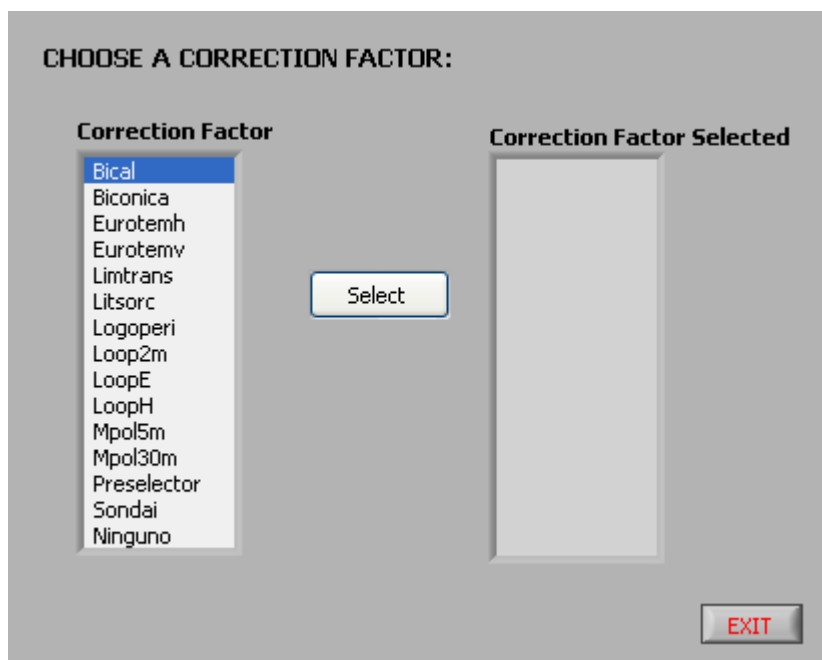


Fig. 2.32. Seleccionar factor de corrección.

2.3.9. Tipo de medida

En este apartado explicamos los tipos de medida que podemos realizar, que son iguales para los dos equipos que tenemos.

2.3.9.1. Medida simple

Esta es la opción más sencilla de todas, ya que nos permite realizar una única medida y la muestra por pantalla.

2.3.9.2. Medida continua

Mediante esta medida podemos realizar un número ilimitado de medidas, es decir, este menú está programado para que vaya adquiriendo medidas, hasta que el usuario pulse el botón parar medidas (*stop acquire*). Como vemos en la figura 2.33, hay cuatro botones:

- *Medir (measure)*: indica el número de medida que está realizando.
- *Tiempo (time)*: tiempo en el que comenzó la primera medida.
- *Max Hold*: pulsando este botón nos muestra en la gráfica el valor máximo del total de las medidas que está realizando.
- *Reset Max Hold*: esta opción nos sirve por si en un momento necesitamos parar de medir, pero nos interesa seguir manteniendo el max hold de la medida anterior, y poder compararla con la nueva medida, que obtendremos a partir de adquirir. Si por el contrario, no queremos guardar este Max Hold activaremos esta opción de Reset Max Hold.

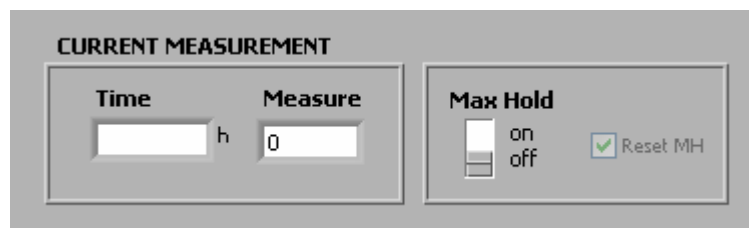


Fig. 2.33. Menú medida continua.

2.3.9.3. Medida programada

A diferencia de la medida anterior en este caso podemos decirle el número de medidas que queremos realizar y el tiempo entre éstas (Fig. 2.34). Donde el usuario también podrá parar la medida mediante el control de parar medida (*Stop Acquire*). Esta opción nos muestra también el número de medida que está realizando, respecto del total. En este caso también tenemos la opción de aplicar *max hold* y *reset max hold*, así como también nos indica a la hora que

comenzó la medida, que son las mismas características, que hemos explicado en el apartado anterior.

The screenshot shows a software interface titled "CURRENT MEASUREMENT". It contains several input fields and controls:

- Number of mesure:** A numeric input field with the value "10" and a small blue arrow icon.
- Time between mesure:** A numeric input field with the value "0" followed by the text "minutes".
- Mesure:** A numeric input field with the value "0".
- Of:** A numeric input field with the value "10".
- Time:** A numeric input field followed by the letter "h".
- Max Hold:** A section with a toggle switch labeled "on" and "off", currently set to "off".
- Reset MH:** A checkbox labeled "Reset MH" which is checked.

Fig. 2.34. Menú medida programada.

2.3.10. Control Remoto

En este apartado explicamos como configurar un control remoto de la aplicación diseñada. La finalidad de esta función, es la de solucionar la problemática de tener que estar presente en el laboratorio para poder realizar o programar las medidas. A través de estos paneles remotos podremos controlar los datos del instrumento virtual, de la misma manera que si configuráramos el instrumento físicamente.

Lo primero para crear los paneles remotos, es configurar el servidor, mediante el menú *Tools -> Options-> Web Server Configuration*, y habilitar la opción *Enable Web Server*.

The screenshot shows the "Options" dialog box with the "Web Server: Configuration" tab selected. The settings are as follows:

- Enable Web Server:** Checked.
- Root Directory:** C:\National Instruments\LabVIEW 7.1\www
- HTTP Port:** 80. There is an unchecked checkbox "Use default".
- Timeout (sec):** 60. There is an unchecked checkbox "Use default".
- Use Log File:** Checked.
- Log File Path:** C:\National Instruments\LabVIEW 7.1\www.log

At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Fig. 2.35. Configurar Servidor

A través de esta ventana (fig. 2.36), definimos el directorio donde guardaremos la página creada, y el puerto http que usará el servidor.

Después tenemos que seleccionar *Tools -> Options -> Web Server :Visible VI*, en el que seleccionan los VI, que queremos que se visualicen en la página web (en nuestro caso General.vi).

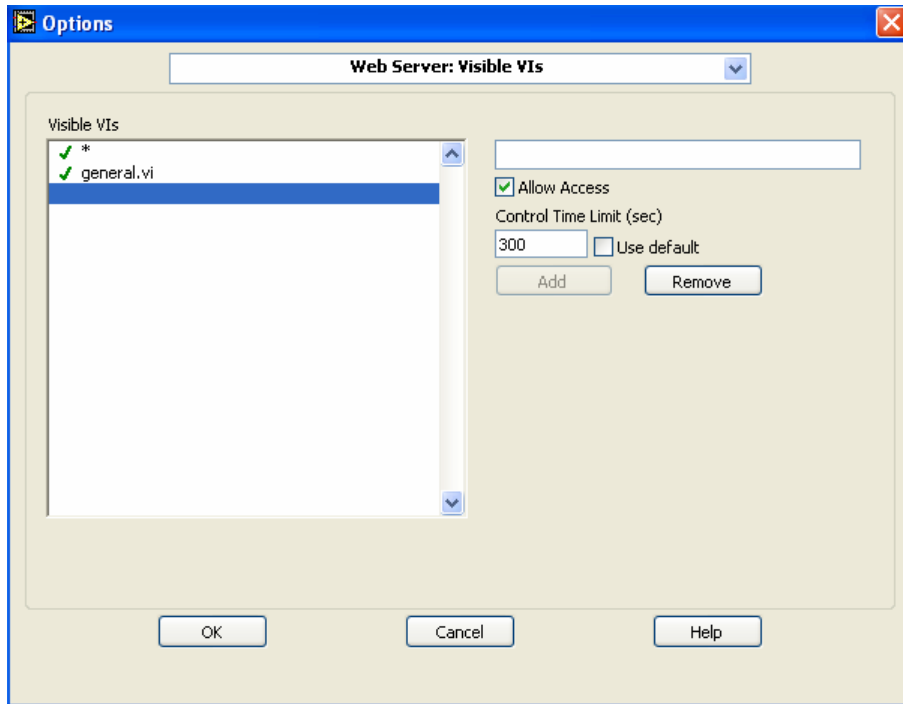


Fig. 2.36. Configurar Panel Remoto

El siguiente paso es crear la página web, a partir de la cual accederemos a través de Internet. Esta opción se encuentra en *Tools -> Web Publishing Tool* (Fig.2.37.):

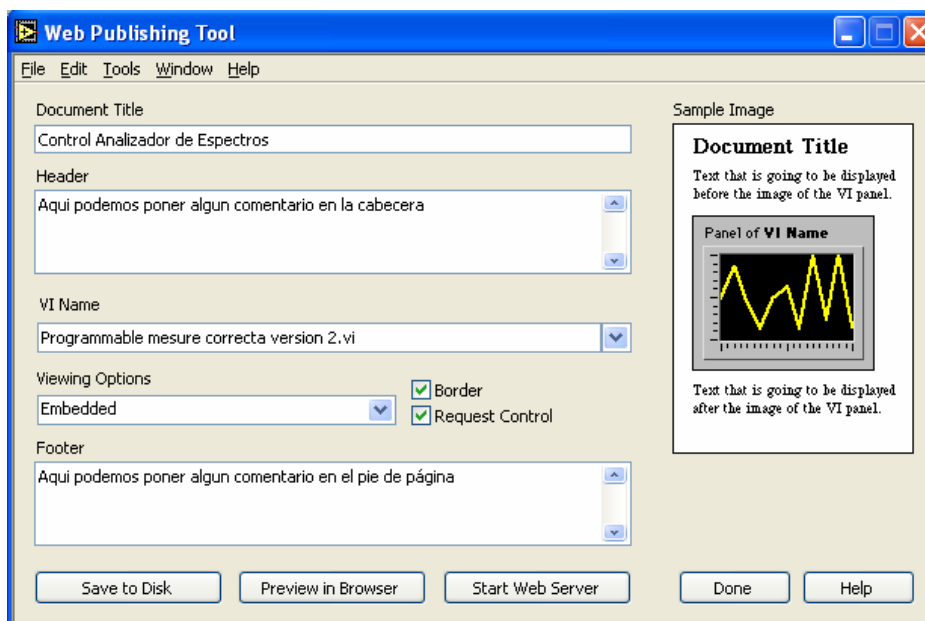


Fig. 2.37. Configurar Panel Remoto

Esta ventana nos permite dar un título a la página, así como insertar varios comentarios tanto en la cabecera como en el pie de la página.

Para activar el servidor, debemos presionar el botón *Start Web Server*, y luego salvar la página mediante la opción *Save to Disk*.

A través de esta configuración podremos acceder a la página web creada, mediante una URL como:

<http://ISI-3.isi.upc.es:1010/General.htm>

Como vemos en esta URL, nos indica el nombre del pc en el que esta instalado el software. Por este motivo, si deseamos instalar en otros ordenadores este software y queremos acceder a través de paneles remotos, debemos seguir los pasos mencionados y crear la página nuestros propios paneles remotos. A continuación se muestra un ejemplo de control remoto:

General

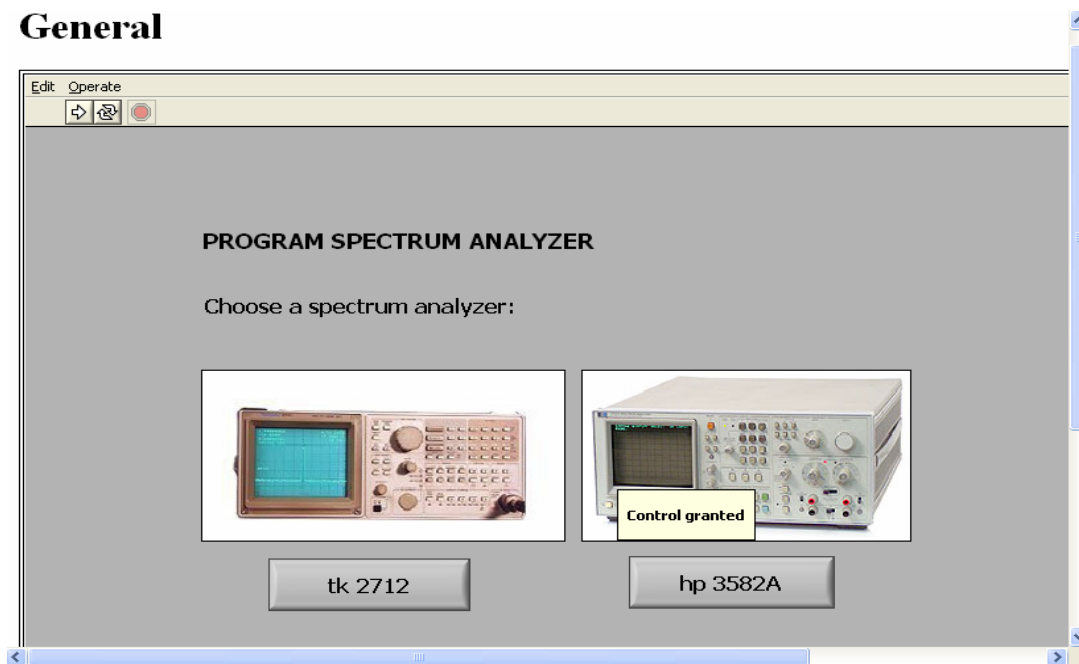


Fig. 2.38. Control Remoto

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN A MEDIDAS AMBIENTALES

Una vez realizada la aplicación informática, comprobaremos su correcto funcionamiento mediante diferentes pruebas. Estas pruebas se han realizado en dos laboratorios, el laboratorio 125 y el laboratorio A3 en el sótano de la Escuela.

3.1. Metodología

Para la realización de las medidas hemos utilizado una antena biconica, que conectaremos al analizador tk 2712. El analizador lo configuramos mediante el instrumento virtual diseñado con los siguientes parámetros:

Tabla 3.1. Datos de la prueba

Margen de frecuencia	30 – 230 MHz
Tipo de medida	Continua
Max Hold	Activo
RBW	120 kHz
Correction Factor	Bicónica
Unidades	dB μ V
Video Filter	Off
Sweep Time	auto

Además se ha utilizado el factor de corrección correspondiente a la antena biconica, para obtener la medida en dB μ V/m.

3.2. Resultados obtenidos

- Medida Laboratorio 125:

La adquisición de estos datos, son el resultado de medir en el laboratorio 125 durante veinticuatro horas. Hemos obtenido los siguientes resultados:

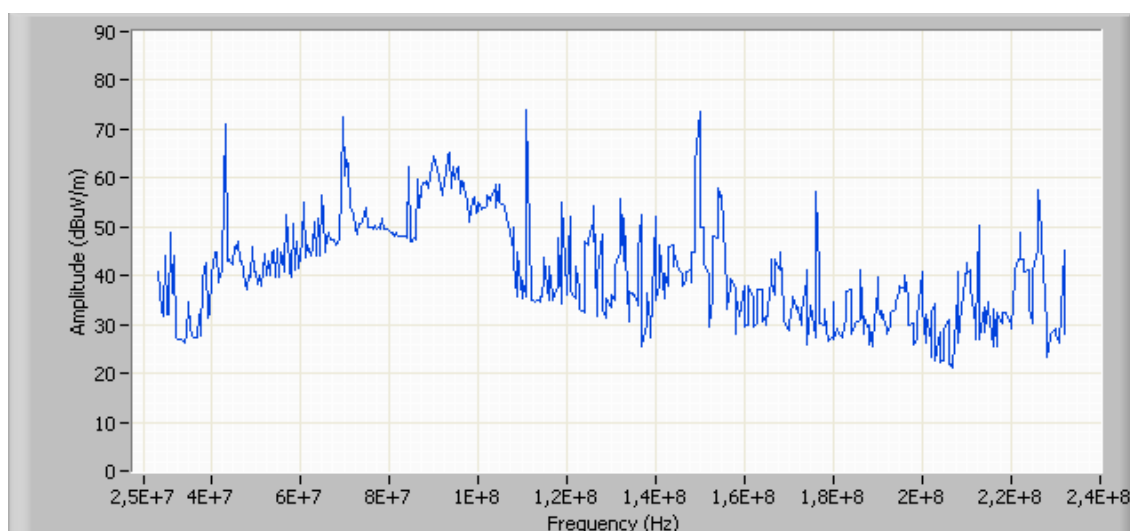


Fig. 3.1 Gráfico laboratorio 125

Mediante el fichero que hemos guardado anteriormente podemos observar que los valores máximos de amplitud, nos suelen aparecer a la misma hora (16:28h).

lab 125 - Bloc de notas					
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda	
6,88E+07	47,326	9,883	9:31	17/02/2006	
6,92E+07	57,991	9,889	16:28	16/02/2006	
6,96E+07	72,657	9,894	16:28	16/02/2006	
7,00E+07	60,324	9,9	16:28	16/02/2006	
7,04E+07	63,657	9,914	16:28	16/02/2006	
7,08E+07	62,658	9,929	16:28	16/02/2006	
7,12E+07	53,992	9,943	16:28	16/02/2006	
7,16E+07	53,658	9,958	16:28	16/02/2006	
7,20E+07	52,992	9,972	16:12	16/02/2006	
7,24E+07	49,992	9,986	16:12	16/02/2006	

Fig. 3.2. Fichero generado del laboratorio 125

- Medida Laboratorio A3:

En la medida realizada en el laboratorio A3, hemos obtenido el siguiente gráfico:

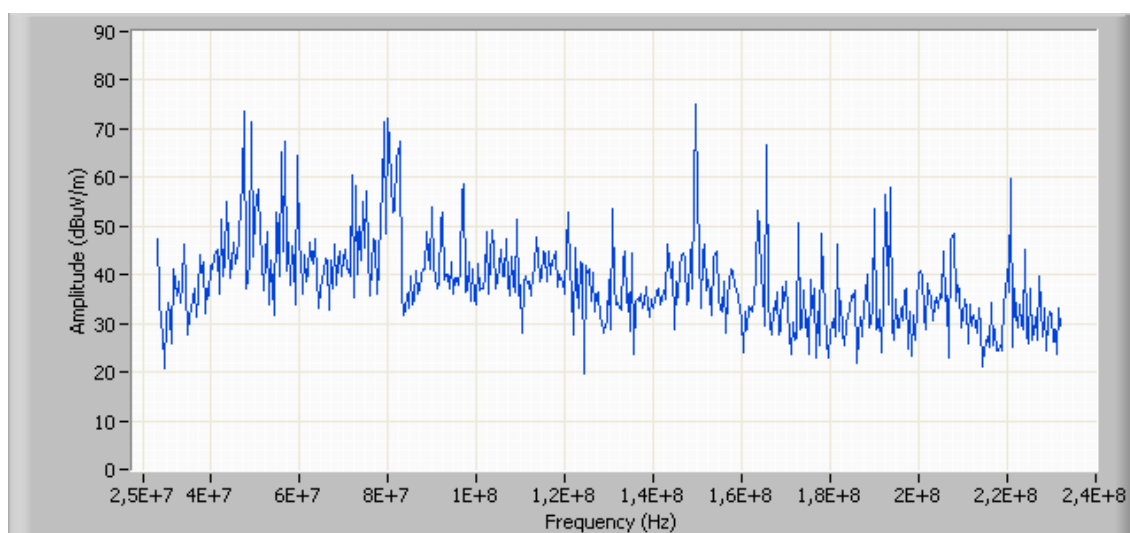


Fig. 3.3. Gráfico laboratorio A3

Como en el caso anterior y a través del fichero guardado, podemos observar que los valores máximos se repiten a la misma hora, en este laboratorio a las 7:36h.

lab A5 - Bloc de notas					
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda	
8,080000E+7	58,991	10,289	10:32	22/02/2006	
8,120000E+7	52,659	10,303	7:36	22/02/2006	
8,160000E+7	53,325	10,318	7:36	22/02/2006	
8,200000E+7	64,324	10,332	7:36	22/02/2006	
8,240000E+7	64,991	10,346	7:36	22/02/2006	
8,280000E+7	67,324	10,361	7:36	22/02/2006	
8,320000E+7	36,327	10,375	7:40	22/02/2006	
8,360000E+7	31,661	10,390	8:52	22/02/2006	
8,400000E+7	32,661	10,404	0:52	22/02/2006	
8,440000E+7	35,994	10,418	7:46	22/02/2006	
8,480000E+7	33,327	10,433	5:02	22/02/2006	

Fig. 3.4. Fichero generado del laboratorio A3

Este tipo de análisis, permite por ejemplo determinar si hay franjas horarias especialmente “ruidosas”. Este dato podría ayudar a localizar actividades que provoquen un alto nivel de interferencias.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES

El trabajo realizado cubre el objetivo inicial, ya que ahora se dispone de un instrumento virtual que permite automatizar la adquisición de datos para el estudio del ruido ambiente.

Este objetivo general se ha alcanzado mediante la consecución de tres objetivos parciales más concretos. Estos objetivos parciales son:

- Desarrollar las especificaciones funcionales de la aplicación. Para la implementación de este objetivo se ha consultado con los usuarios habituales que utilizan los equipos, así programar los controles necesarios, a través de los que se han creado
- Realizar la aplicación a través de los recursos disponibles, donde se implementa la posibilidad de gestionar la aplicación a través de control remoto.
- El programa diseñado nos permitirá adquirir medidas reales del ruido ambiente, a través del cual verificaremos el funcionamiento de nuestro software, tanto para ver las características que ofrece como las posibles mejoras que se podrían hacer en líneas futuras

Estos tres objetivos parciales han definido tres etapas diferenciadas en la ejecución del trabajo. Dividir el proyecto en esas tres etapas ha resultado útil ya que la modificación de cualquier aspecto referente a la programación, no nos suponía grandes cambios, sino la ampliación de dicha programación.

A partir de las pruebas realizadas, las características de este software que resultan más útiles son:

- Escoger el tipo de medida (simple, programada o continua).
- Posibilidad de almacenar el *Max Hold* entre diferentes medidas y poder compararlas.
- Aplicar factores de corrección (uno o más de uno).
- Visualizar diferentes medidas a través del editor de gráficos.
- Guardar los datos de las medidas (incluso intermedias).

Las pruebas realizadas permiten sugerir las siguientes actividades para realizar en trabajos futuros:

- Guardar medidas de forma temporal.
- Posibilidad de saber el día y la hora de la medida, seleccionando a través del cursor del gráfico la medida deseada.
- A la hora de configurar márgenes de frecuencia muy grandes, que exista la posibilidad de mostrar la pantalla en fragmentos, para apreciar posibles interferencias.

La realización de este proyecto y su uso posterior no supone ningún impacto negativo sobre el medio ambiente, ya que se ha desarrollado instrumento virtual, una aplicación software. Por otra parte, puede observarse una creciente

sensibilidad para considerar la radiación electromagnética como una forma más de contaminación. En este ámbito, la herramienta que hemos desarrollado es de utilidad, ya que puede ser usada para la caracterización del ambiente electromagnético.

REFERENCIAS

- [1] <http://www.tek.com> (Fecha última visita 23.12.2005)
- [2] <http://www.rohde-schwarz.es> (Fecha última visita 23.12.2005)
- [3] National Instruments, *"Introduction to LabVIEW Six Hour Course"*, Austin (Texas) 2003.
- [4] National Instruments, *"LabVIEW 7 Express, User Manual"*, Austin (Texas) 2003.
- [5] Lázaro, A.M. y del Río, J., *"LabView 7.1 Programación Gráfica para el Control de Instrumentación"*, Thomson 2005.
- [6] <http://www.ni.com> (Fecha última visita 17.12.2005).
- [7] Tektronix Inc., *"The 2711 & 2712 Spectrum Analyzer. Programmer Manual"*, Beaverton (Oregon) 1992.
- [8] Tektronix Inc., *"The 2712 Spectrum Analyzer. User Manual"*, Beaverton, (Oregon) 1992.
- [9] Hewlett Packard, *"Service Manual Spectrum Analyzer 3582A"*, Loveland (Colorado) 1979.
- [10] Hewlett Packard, *"Operating Manual Spectrum Analyzer 3582A"*, Loveland (Colorado) 1979.



Escola Politècnica Superior
de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ANEXOS

TÍTULO: Diseño de un sistema de instrumentación virtual para la medida ambiental de emisiones electromagnéticas

AUTORA: Isabel M^a Giménez Casquero

DIRECTOR: Marcos Quílez Figuerola y Óscar Casas Piedrafita

FECHA: 24 de febrero de 2006

ANEXO A: Instalar Software

Antes de instalar el software “Control Analizador de Espectros”, debemos realizar varias acciones antes. Para el correcto funcionamiento de nuestra aplicación debemos seguir los pasos que se indican el archivo que hay con el nombre:

“readme.txt”

Debemos instalar también los drivers del equipo “tk 2712”. Estos drivers los encontramos en el CD de instalación, y deben instalarse en la carpeta de LabView donde se encuentran el resto de las librerías, en la siguiente ubicación:

C:\National Instruments\LabVIEW 7.1\instr.lib

Los drivers del equipo “hp 3582A” no hace falta instalarlos, ya que los hemos diseñado nosotros y están implementados directamente en nuestro software.

Una vez hechos estos pasos, ya podemos instalar la aplicación ejecutando el archivo:

D:\Programa Control Analizador Espectros\install.exe

Por último la carpeta que falta por instalar es en la que se guardaran las medidas realizadas en las pruebas, ya sean intermedias y/o max hold. Esta carpeta debe instalarse en el disco duro con la siguiente ubicación:

C:\Control Analizador Espectros\Pruebas

Nota:

La falta de alguno de estos archivos provocará un mal funcionamiento de la aplicación.

ANEXO B: Tipo de medida

TEKTRONIX 2712 Programmable Measurement

File Options Help

Comment:

Detector: Peak Unit: dBm

Correction Factor

Correction Factor

Plot 0

Cursor 1: 9,9E+7 -35
Cursor 2: 9,8E+7 -45

Delta cursor: 1,3E+6 9,56 Show cursors

CURRENT MEASUREMENT

Number of mesure: 10 Time between mesure: 0 minutes
Measure: 0 of 10 Time: h

REFERENCE LEVEL

Ref. Level Units: dBm Ref. Level: -20,00

FREQUENCY

Options: Start-Stop
Start Frequency: 0,00E+0 Stop Frequency: 0,00E+0
Frequency: 0,000E+0 Span Mode: max span Span/Div: 50 MHz

RESOLUTION BW and VIDEO FILTER

Mode: auto manual
Resolution Bandwidth: 200 Hz
Video Filter: on off
Video Filter Bandwidth: auto manual 30 kHz

VERT SCALE

Vertical Scale Units: logarithmic Logarithmic Scale Factor: 10
Linear Scale Factor: 100,00E-3

DETECTOR

EMC mode: on off
Quasi-peak mode: on off

SWEEP TIME

Sweep Time: auto manual
Sweep Time: 20 ms/div

Max Hold: on off Reset MH

Acquire

EXIT

Este anexo es un ejemplo del tipo de medida que encontraremos en nuestro sistema de instrumentación virtual. Tal y como podemos observar en la figura, se trata de una medida programable del equipo tektronix, en la que podemos configurar los parámetros que hemos descrito en el proyecto, como por ejemplo: realizar una medida, ver en pantalla las medidas realizadas o escoger el número de medidas.

ANEXO C: Valores máximos y mínimos del equipo tk 2712

Botón	Valor
Options	Start-Stop // Frecuencia-Span
Start	9 kHz – 1,8 GHz
Stop	9 kHz – 1,8 GHz
Span Mode	Max span, zero span y set span
Span/Div	1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 [kHz] 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 [MHz]
Ref. Level Unit	dBm, dBmV, dBV, dBuV, dBuW, dBuV/m
Ref. Level Value	-70 a 20
Resolution Bandwidth	Auto – Manual
Resolution Bandwidth Value	200, 300 Hz 1, 3, 9, 10, 30, 100, 120, 300 kHz 1, 5 MHz
Video Filter	On - Off
Video Filter Bandwidth	Auto – Manual
Video Filter Bandwidth Value	3, 10, 30, 100, 300 Hz 1, 3, 10, 30, 100, 300 kHz
Vertical Scale Factor	Logarithmic // Linear
Logarithmic Scale Factor	10, 5, 1
Linear Scale Factor	0 – 0,2795
EMC mode	On - Off
Quasi-Peak Mode	On - Off
Sweep Time	Auto - Manual
Sweep Time Value	1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 μ s/DIV 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 ms/DIV 1, 2 s/DIV
Max Hold	On - Off
Reset Max Hold	On - Off
Number of measure	1 - Inf
Time between measure	0 - Inf
Correction Factor	Bical, Biconica, Eurotemh, Eurotemv, Limtrans, Litsorc, Logoperi, Loop2m, LoopE, LoopH, Mpol5m, Mpol30m, Preselector, Sondai o Ninguno
Detector	Peak, Quasi-Peak
Unit	dBm, dBmV, dBV, dBW, dB μ V, dB μ W, dB μ V/m

ANEXO D: Valores máximos y mínimos del equipo hp 3582A

Botón	Valor
Mode Frequency	0–25 kHz / 0 Start /Set Center/Set Start
Span	1, 2,5, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 Hz 1, 2,5, 5, 10, 25 kHz
Adjust Frequency	0 – 25 kHz
Input Mode	A, B, Both
Sensitivity Channel A y B	CAL, 30 V, +30dBV 10 V, +20dBV 3 V, +10dBV 1 V, +0dBV 0,3 V, -10dBV 0,1 V, -20dBV 30 mV, -30dBV 10 mV, -40dBV 3 mV, -50dBV
Coupling A, B	AC, DC
Passband Shape	Flattop, Hanning, Uniform
Restart	On – Off
Average	Off, RMS, Time, Peak
Number	4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, Exp
Slope	Positive, negative
Free Run	On – Off
Repetitive	On – Off
Arm	On – Off
Amplitude: A, B, Transfer Function	On – Off
Phase: A, B, Transfer Function	On – Off
Time: A, B	On – Off
Coherence	On – Off
Scale	10 dB/DIV, 2dB/DIV, Linear
Linear Scale	40 V,16 V, 8 V, 4 V, 1,6 V, 800 mV,400 mV, 160 mV, 80 mV
10 dB/DIV Scale	NORM, -10 dB, -20 dB, -30 dB, -40 dB, -50 dB, -60 dB, -70 dB, -80 dB
2 dB/DIV Scale	NORM, -10 dB, -20 dB, -30 dB, -40 dB, -50 dB, -60 dB, -70 dB, -80 dB
Marker	On – Off
Relative	On – Off
Set Ref	On – Off
Trace	On – Off
Set Freq	On – Off
$\div \sqrt{BW}$	On – Off
Max Hold	On – Off
Reset Max Hold	On – Off

ANEXO E: Lista de comandos HP-IP del equipo hp 3582A

HP-IB Command List (Cont'd).			
Group	Command		Description
	Function	Setting	
Display	MB	0-1	Marker / \sqrt{BW}
	MT	0-1	Marker Trace
	MF		Marker Set Freq
	MP	0-255	Marker Position (0-127 for dual channel)
	AA	0-1	Amplitude A
	AB	0-1	Amplitude B
	AX	0-1	Amplitude Transfer Function
	SC	1	Scale Linear
	SC	2	Scale 10 dB/Div.
	SC	3	Scale 2 dB/Div.
	PA	0-1	Phase A
	PB	0-1	Phase B
	PX	0-1	Phase Transfer Function
	TA	0-1	Time A
	TB	0-1	Time B
	CH	0-1	Coherence
	AM	1-9	Amplitude Ref. Level (Add - 10 dB per step, 2 = - 10 dB, 9 = - 80 dB)
Passband Shape	PS	1	Flattop
	PS	2	Hanning
	PS	3	Uniform
Average	AV	1	Off
	AV	2	RMS
	AV	3	Time
	AV	4	Peak
	RE		Restart
	NU	1	Number 4/64
	NU	2	Number 8/128
	NU	3	Number 16/256
Trace Storage & Recall	NU	4	Number 32/Exp
	SH	0-1	Shift
	TS		Trace 1 Store
	TR	0-1	Trace 1 Recall
X-Y Recorder	RS		Trace 2 Store
	RR	0-1	Trace 2 Recall
	PL		X-Y Plot
	LL		↓ - Lower Left & Reset)
	UR		→ ↑ (Upper Right)

HP-IB Command List.

Group	Command		Description
	Function	Setting	
Input & Trigger	IM	1-3	Input Mode (A, Both, B)
	AC	1-2	A Coupling (1 = AC, 2 = DC)
	BC	1-2	B Coupling (1 = AC, 2 = DC)
	AS BS	1-10	<div> <div> 1 CAL 2 30 V, +30 dBV 3 10 V, +20 dBV 4 3 V, +10 dBV 5 1 V, +0 dBV 6 .3 V, -10 dBV 7 .1 V, -20 dBV 8 30 mV, -30 dBV 9 10 mV, -40 dBV 10 3 mV, -50 dBV </div> </div>
			CH A Sensitivity
			CH B Sensitivity
	SL	1-2	Slope (1 = +, 2 = -)
	AR		Arm
	RP	0-1	Repetitive
	FR	0-1	Free Run
Frequency & Marker	AD	0-24999	Adjust (Frequency) (0 = 0 Hz, 24999 = 24999 Hz)
	MD	1-4	Mode (1 = 0-25 kHz, 2 = 0 Start, 3 = Set Start, 4 = Set Center)
	SP	1-14	Span <div> 1 1 Hz 2 2.5 Hz 3 5 Hz 4 10 Hz 5 25 Hz 6 50 Hz 7 100 Hz 8 250 Hz 9 500 Hz 10 1 kHz 11 2.5 kHz 12 5 kHz 13 10 kHz 14 25 kHz </div>
	MN	0-1	Marker
	MR	0-1	Marker Relative
	MS		Marker Set Ref